

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт _____ Инженерная школа новых производственных технологий _____
Направление подготовки _____ Машиностроение _____
Кафедра _____ ТАМП _____

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Разработка технологии изготовления детали "Плита опорная" |

УДК 621.911.002

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------|---------|------|
| 158Л51 | Фэн Сюэвэнь | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Червач Ю. Б. | к.т.н. | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Ст.преподаватель | Скачкова Л.А. | о.о.д. | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент | Скаковская Н.В. | к.ф.н. | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------------|---------------------------|---------|------|
| Руководитель | Ефременков Е.А | к.т.н. | | |

Томск – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по программе

| Код результата | Результат обучения (выпускник должен быть готов) |
|-------------------------------------|---|
| Профессиональные компетенции | |
| Р2 | Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач |
| Р3 | Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения |
| Р4 | Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства |
| Р5 | Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях |
| Универсальные компетенции | |
| Р11 | Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности |

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт _____ Инженерная школа новых производственных технологий _____
 Направление подготовки _____ Машиностроение _____
 Кафедра _____ ТАМП _____

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

_____ Арляпов А.Ю.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

| |
|----------------------------|
| Бакалаврской работы |
|----------------------------|

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-------------|
| 158Л51 | Фэн Сюэвэнь |

Тема работы:

| | | |
|---|-------------------------|------------|
| Разработка технологии изготовления детали "Плита опорная" | | |
| Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер) | Яковлев А.Н. №1540/с | 27.05.2019 |

| | |
|--|--|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | |
|--|--|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|---|---|
| Исходные данные к работе | Чертеж детали, годовая программа выпуска |
| Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов | Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления. |

| | |
|---|--|
| Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей) | Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления. |
| Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы | |
| Раздел | Консультант |
| Технологический и конструкторский | Червач Юрий Борисович |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Скаковская Наталия Вячеславовна |
| Социальная ответственность | Скачкова Лариса Александровна |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: | |
| | |
| | |
| | |
| | |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал руководитель:

| | | | | |
|------------------|-------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент | Червач Ю.Б. | к.т.н | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|-------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 158Л51 | Фэн Сюэвэнь | | |

Реферат

Выпускная квалификационная работа 105 с., 45 рис., 16 табл., 20 источников, 5 прил.

Ключевые слова: технология, припуск, режимы резания, допуск, опорная плита.

Объектом исследования является опорная плита.

Цель работы – разработать технологию изготовления плиты опорной.

В процессе исследования выполнен анализ технологичности детали. Определен тип производства в соответствии с годовой программой выпуска и конструкцией детали. В соответствии с типом производства, а также материалом детали произведен выбор заготовки. Проведены расчеты припусков, допусков, технологических размеров, режимов резания, основного и вспомогательного времени, усилия зажима заготовки на фрезерование. Рассчитана стоимость детали. Проведен анализ БЖД.

В результате исследования спроектирован технологический процесс изготовления детали и спроектировано специальное приспособление для фрезерования.

The bachelor thesis contains 105 pages, 45 figures, 16 tables, 20 sources, 5 appendixes.

Keywords: technology, allowance, cutting parameters, tolerance, base plate.

The object of study is base plate.

Purpose of the work – is to design manufacturing process of the base plate.

In the course of the study we analysed design of the part for manufacturing. The type of production was determined in accordance with the annual volume of production and design of the part. In accordance with the type of production, as well as part material, we defined a type of the workpiece. In addition, calculations of allowances, tolerances, manufacturing dimensions, cutting parameters, machining and auxiliary times, workpiece clamping force on the milling operation were performed. Cost of the part production was calculated. Manufacturing conditions were analyzed for potential hazards.

In the result of the study we designed a manufacturing process of the switch production and designed a special workholding device for milling.

Содержание

| | |
|---|-----|
| Введение | 6 |
| I. Технологическая часть | |
| 1. Исходные данные | 9 |
| 2. Анализ технологичности конструкции детали | 10 |
| 3. Определение типа производства | 11 |
| 4. Выбор исходной заготовки | 12 |
| 5. Разработка маршрута технологии изготовления плиты | 13 |
| 6. Расчет припусков и допусков и технологических размеров | 26 |
| 7. Выбор оборудования и технологической процесса | 34 |
| 8. Расчет режимов резания | 35 |
| 9. Расчет основного времени для каждой операции и перехода | 50 |
| 10. Определение штучно-калькуляционного времени | 52 |
| II. Конструкторская часть | 53 |
| 1. Анализ данных и разработка задания на проектирование приспособления | 52 |
| 2. Выбор базовой конструкции и описание приспособления | 55 |
| 3. Определение необходимой силы зажима | 57 |
| III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 58 |
| 1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения | 59 |
| 2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований | 67 |
| 3. Планирование комплекса работ на создание проекта | 69 |
| 4. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной задач | 82 |
| 5. Заключение | 86 |
| IV. Социальная ответственность | 87 |
| 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности | 90 |
| 2. Производственная безопасность | 91 |
| 3. Экологическая безопасность и Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 103 |
| Список литературы | 105 |

Введение

Данная выпускная квалификационная работа посвящена технологический разработке озорной плиты.

Машиностроение традиционно представляет собой ведущую отрасль экономики. Развитие машиностроения определяется как разработка принципиально новых конструкций машин, так и совершенствование технологий их изготовления. Часто именно технологичность конструкции определяет, будет ли она широко использоваться.

В современной технологии машиностроения развитие происходит по следующим направлениям:

- повышение возможностей, качества и экономичности средств технологического оснащения (высокопроизводительные станки, инструмент с повышенной стойкостью и т. д.);
- создание максимально эффективных маршрутов технологических процессов;
- использование эффективной системы управления и планирования производства;
- комплексная автоматизация производства, включающая в себя разработку конструкций изделий, технологическое проектирование, календарное планирование и др. [1, стр. 2]

По мнению Дльского А.М. оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к значительному снижению себестоимости продукции и трудоёмкости её производства. К таким же результатам может привести и использование совершенных методов получения заготовок с минимальными припусками под механическую обработку. В некоторых случаях целесообразно снижать технологичность изделия для повышения качества продукции, что может значительно повысить конкурентоспособность продукции и компенсировать дополнительные затраты. Стремление к технологичности в любом случае не должно приводить к ухудшению свойств изделия ниже конструктивно заданных.

Критерии построения эффективных маршрутов технологического процесса зависят от типа производства и возможностей предприятия. Один из наиболее известных критериев представляет собой принцип постоянства баз. Маршрут должен быть рассчитан так, чтобы возможности оборудования были максимально использованы.

Автоматизация производства на всех его этапах также позволяет существенно сократить время подготовки производства, внедрения новых изделий, уменьшить и упорядочить документооборот, оперативно вносить изменения в действующие технологические процессы. Сейчас уже высокотехнологичные производства (авиа- и автомобилестроение) не могут

оставаться на конкурентоспособном уровне без комплексных систем автоматизации.

Вышесказанное обуславливает **актуальность работы**.

Цель курсового проекта- создать эффективный технологический процесс изготовления опорной плиты.

Для создания достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи :

1. Анализ технологичности конструкции детали.
2. Разработка технологического производства опорной плиты.
3. Разработка маршрута технологии изготовления фланца переходного
4. Определение допусков на диаметральные технологические размер
5. Расчет технологических размеров
6. Расчет режимов резания
7. Расчет основного времени

.....

2. Анализ технологичности конструкции детали

Деталь-опорная плита. Деталь состоит из пяти типов отверстия и двух пазы.

Материал детали: сталь 10-это сталь конструкционная углеродистая качественная с содержанием углерода $C=0,07-0,14$, кремния $Si=0.17-0.37$, марганца $Mn=0.35-0.65$, хрома $Cr=0.15$. Марка стали 10 обладает следующими характеристиками:

1. Хорошая пластичность, что позволяет применять их для производства штампованных деталей.

2. Хорошая степень свариваемости материала. Применение сварочного аппарата не требует предварительного нагрева заготовки.

3. Структура характеризуется хорошей коррозионной стойкостью. Стоит учитывать, что эта сталь не относится к группе нержавеек, так как в состав не включается большое количество хрома или других легирующих элементов.

4. Есть возможность провести обработку резанием.

5. Высокий предел выносливости определяет применение материала при изготовлении ответственных деталей, которые предназначены для длительной работы.

Конструкционные стали применяют для изготовления различных деталей, частей машин, станков и других конструкций.

Остальные размеры выполняются по 14-му качеству, не указанная шероховатость- $Ra6.3$.

Деталь имеет отклонения форм поверхность:

- допуск перпендикулярности $0,02$ мм,
- допуск радиального биения $0,04$ мм.
- допуск симметричности $0,02$ мм.
- допуск позиции $0,16$ мм.

Деталь подвергается термообработке-закалке до $21...34HRC$.

Чертеж обрабатываемой детали имеет все необходимые сведения, дающие полное представление о детали, т.е. все проекции, размеры и сечения. На чертеже указаны все размеры с необходимыми отклонениями, требуемая шероховатость обрабатываемых поверхностей. Указаны сведения о материале детали, термическая обработка.

3.Определение типа производства

Тип производства определяем по коэффициенту закрепления операций, который находим по формуле [3, стр. 209]:

$$K_{30} = \frac{t_d}{t_{шс}}$$

где t_d - такт выпуска детали,

$t_{шс}$ - среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей определяется, как это отмечалось, по формуле $t_d = \frac{60\Phi_d}{N}$, где Φ_d - Действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч; N - годовой объем выпуска деталей. При двусменном режиме работы $\Phi_d = 4015$ ч.

$$t_d = \frac{60 \cdot 4015}{500} = 481.8$$

Для определения среднего штучного времени можно воспользоваться данными из существующего на производстве технологического процесса изготовления аналогичной детали или выполнить укрупненное нормирования разрабатываемого технологического процесса. Среднее штучное время рассчитывают по формуле:

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n \frac{t_{ши}}{n},$$

где $t_{ши}$ - штучное время i -й операции изготовления детали;

n - число основных операций в технологическом процессе.

$$t_{ши} = \varphi_k \cdot T_o \quad [3, \text{с.147.}]$$

где φ_k - значения коэффициента

T_o - основное технологическое время, 10^{-3} мин.

Для фрезерования с ЧПУ: $\varphi_k = 1.84$;

Основное технологическое время фрезерования определяем для наиболее продолжительных по времени переходов

$$\begin{aligned} T_2 &= 6l + 6l + 4l + 6l + 4l + 4l + 0.037(D^2 - d^2) + 6l + 6l + 6l + 0.52dl \\ &\quad + 0.52dl + 0.52dl + 0.21dl + 0.43dl + 6l + 6l + 6l + 6l + 6l \\ &= 6 \cdot 340 + 6 \cdot 150 + 4 \cdot 155 + 0.037 \cdot (340^2 - 200^2 - 155^2) + 0.52 \cdot 115 \cdot 20 + 6 \cdot 1 + 0.52 \cdot 22 \cdot 30 \cdot 4 + 0.52 \cdot 13 \cdot 30 \cdot 6 + 0.52 \cdot 12 \cdot 30 \cdot 2 + 6 \cdot 10 \cdot 4 + 6 \cdot 20 + 4 \cdot 20 + 0.43 \cdot (340^2 - 200^2) = (2040 + 900 + 620 + 1908 + 2544 + 1196 + 6 + 1372.8 + 1216.8 + 374.4 + 240 + 120 + 80 + 2797.2) \cdot 10^{-3} = 15.41 \text{ мин.} \end{aligned}$$

Штучно – калькуляционное время данной операции определяем по форм. :

$$T_{ш.к.} = \varphi_k \cdot T_2 = 1.84 \cdot 15.41 = 28.35 \text{ мин.}$$

$$t_{шс} = \frac{28.35}{1} = 28.35 \text{ мин}$$

$$K_{30} = \frac{481.8}{28.35} = 17$$

| Тип производства | $K_{з.о.}$ |
|------------------|--------------|
| Массовое | 1 |
| Серийное: | |
| крупносерийное | Св. 1 до 10 |
| среднесерийное | Св. 10 до 20 |
| мелкосерийное | Св. 20 до 40 |
| Единичное | Св. 40 |

Так как $K_{з.о.} = 17$, то типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций: среднесерийное.

4.Выбор исходной заготовки

Очень существенное влияние на вид и метод получения исходной заготовки оказывает форма,размеры и масса детали. С увеличением размеров и массы детали арсенал возможных методов получения исходной заготовки сокращается.Так,сталь листовая с длиной 4500мм, шириной 1600мм и толщиной 36мм может быть изготовлен из горячекатаного проката.Лист стальной один из самых распространенных видов металлопроката, его используют в различных сферах. Одна из самых распространенных судо и автомобилестроение. Также его применяют для изготовления электромашин, при возведении мостов и в бытовой промышленности (электропечи, духовые шкафы и пр.). Такое обширное применение обусловлено тем, что стальной лист обладает высокими техническими характеристиками, к таким показателям относятся: легкость монтажа, прочность и долговечность металла, а также приемлемая стоимость материала.В значительной степени вид и метод получения исходной заготовки зависит от объема выпуска деталей (типа производства). С его увеличением экономически оправданным становится получение исходных заготовок,все в большей степени приближенных по форме и размерам к готовой детали.

Чем в большей степени форма и размеры исходной заготовки приближаются к форме и размерам детали,тем дороже эта заготовка в изготовлении,но тем проще и дешевле её последующая обработка резанием и меньше расход материала.

В наше варианте,мы выбрали листовой прокат.

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |

| | | | |
|-----|---|------------------------------|--|
| 010 | A | Фрезерования с ЧПУ | |
| | | Установить и снять заготовку | |
| 1 | Фрезеровать поверхности 1,2,3,4,5,6,7 выдержав размеры $A_{2,1}$, $B_{2,1}$, $C_{2,11}$, $C_{2,12}$ | | |
| 2 | Фрезеровать поверхности 8,9, выдержав размер $D_{2,2}$, $C_{2,2}$ | | |

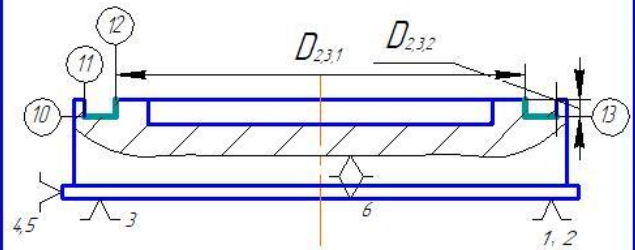
| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |

Копировал

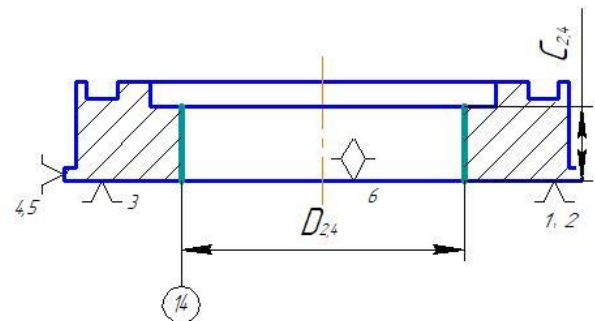
Формат A4

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |

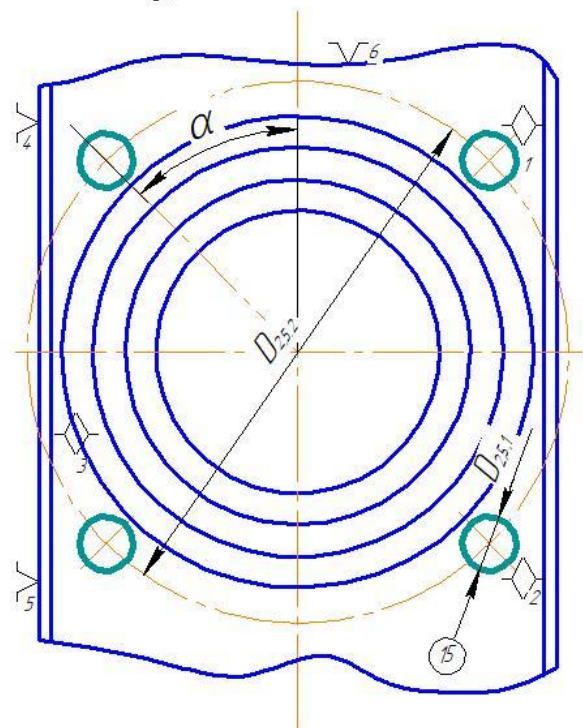
3 Фрезеровать поверхности 10, 11, 12, 13 выдержав размер $D_{2,3,1}, D_{2,3,2}$



4 Фрезеровать отверстие 14, выдержав размер $D_{2,4}, L_{2,4}$



5 Сверлить 4 отверстия 15, выдержав размеры $D_{2,5,1}, D_{2,5,2}$



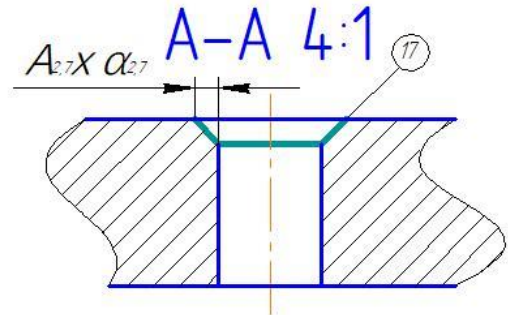
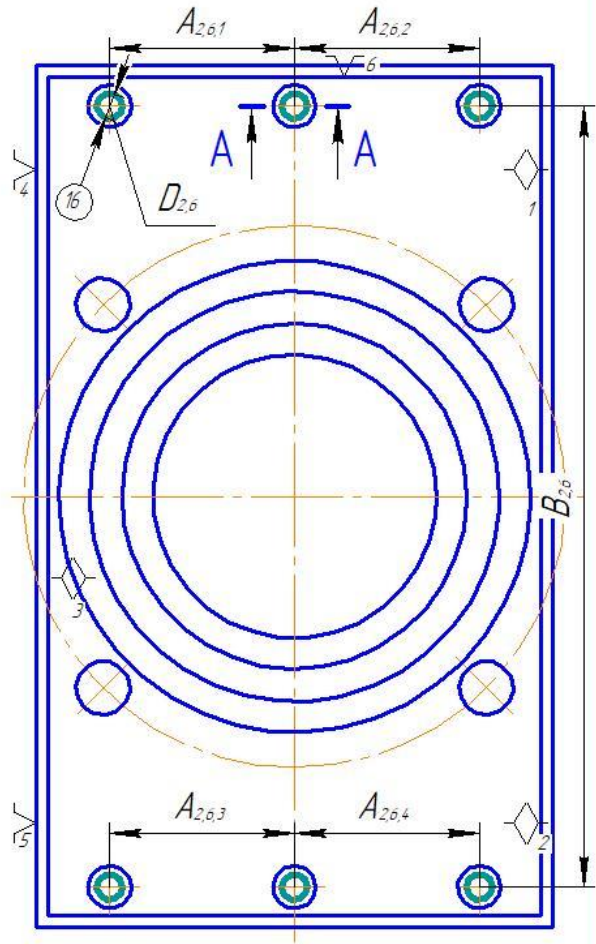
| | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Лист |
| | | | | | 3 |

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |

| | | | | |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | | |

6 Сверлить
6 отверстия 16,
выдержав размер
 $D_{2,6}, A_{2,6,1}, A_{2,6,2},$
 $A_{2,6,3}, A_{2,6,4}, B_{2,6}$

7 Снять фаску 17,
выдержав размер
 $A_{2,7} \times \alpha_{2,7}$



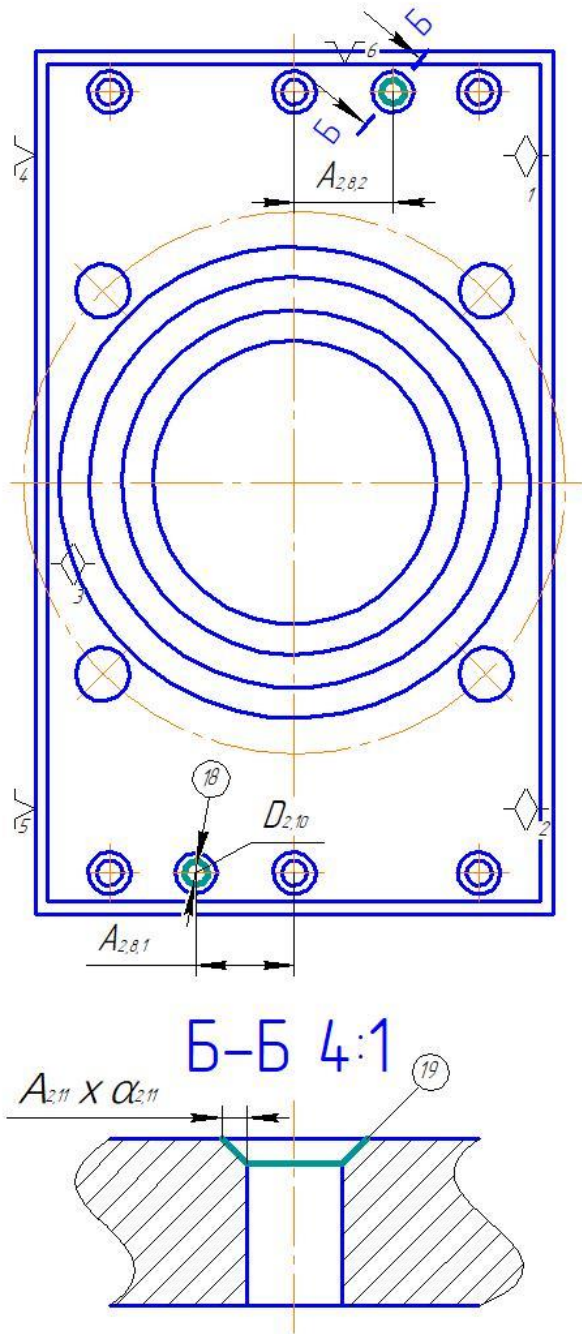
Лист
4

Копировал

Формат А4

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |

| | |
|----|--|
| 8 | Сверлить 2 отверстия 18, выдержав размер $A_{2,8,1}, A_{2,8,2}$ |
| 9 | Зенкеровать 2 отверстия 18 |
| 10 | Развернуть 2 отверстия 18, выдержав размер $D_{2,10}$ |
| 11 | Снять фаску 19, выдержав размер $A_{2,11} \times \alpha_{2,11}$ |



| | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Лист |
| | | | | | 5 |

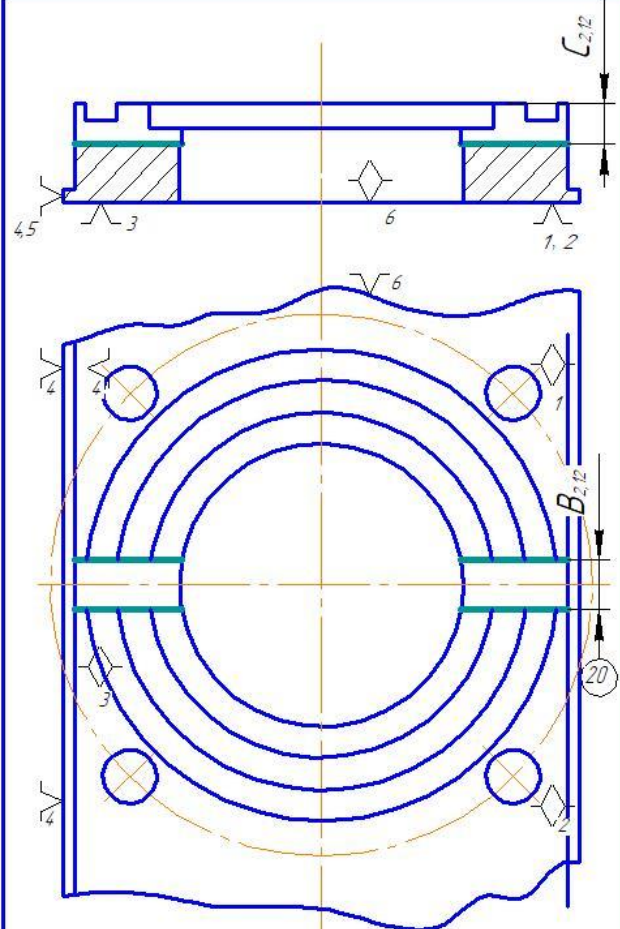
Копировал

Формат А4

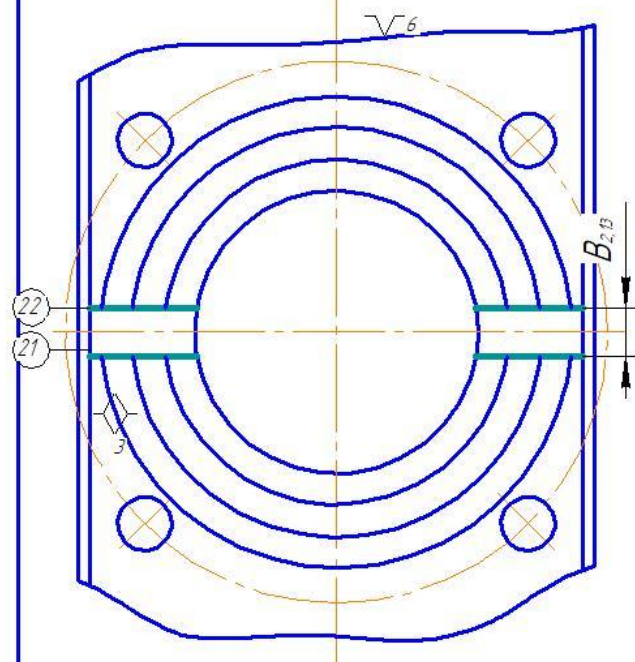
| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |

| | | | | |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | | |

12 Фрезеровать пазы 20, выдержав размер $B_{2,12}, C_{2,12}$



13 Фрезеровать поверхности 21,22, выдержав размер $B_{2,13}, C_{2,13}$



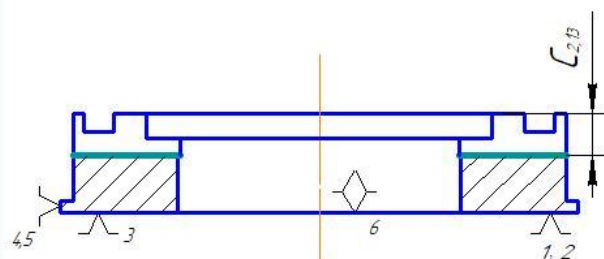
Лист
6

Копировал

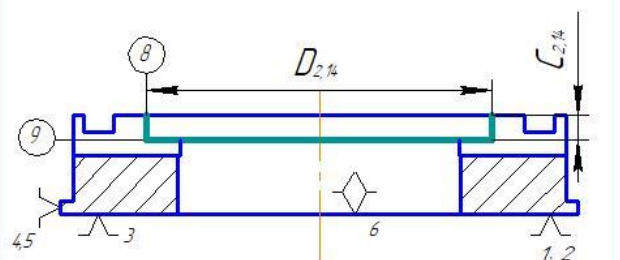
Формат А4

| | | | | |
|------|------|----------|-------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |

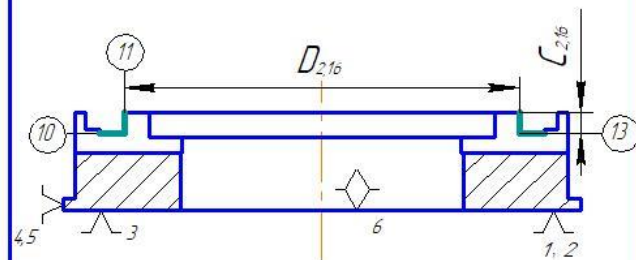
14 Фрезеровать
поверхность 8,9,
выдержав размер
 $D_{2,14}, C_{2,14}$



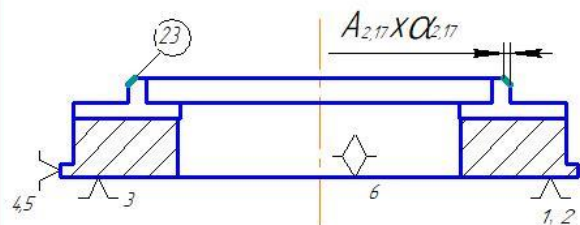
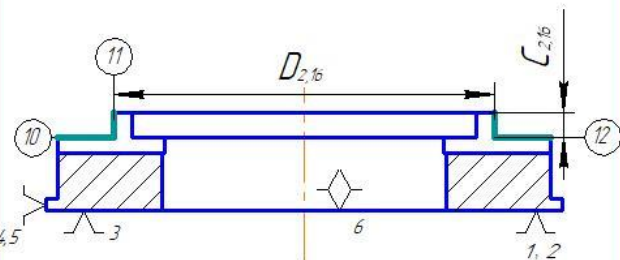
15 Фрезеровать поверхности 10, 11, 13, выдержав размер D_{25}, C_{25}



16 Фрезеровать
поверхности 10, 11, 13,
выдержав размер
 D_{216}, C_{216}



17 Снять фаску 23,
выражав размер
 $A_{2,17} \propto \alpha_{2,17}$



Ауст

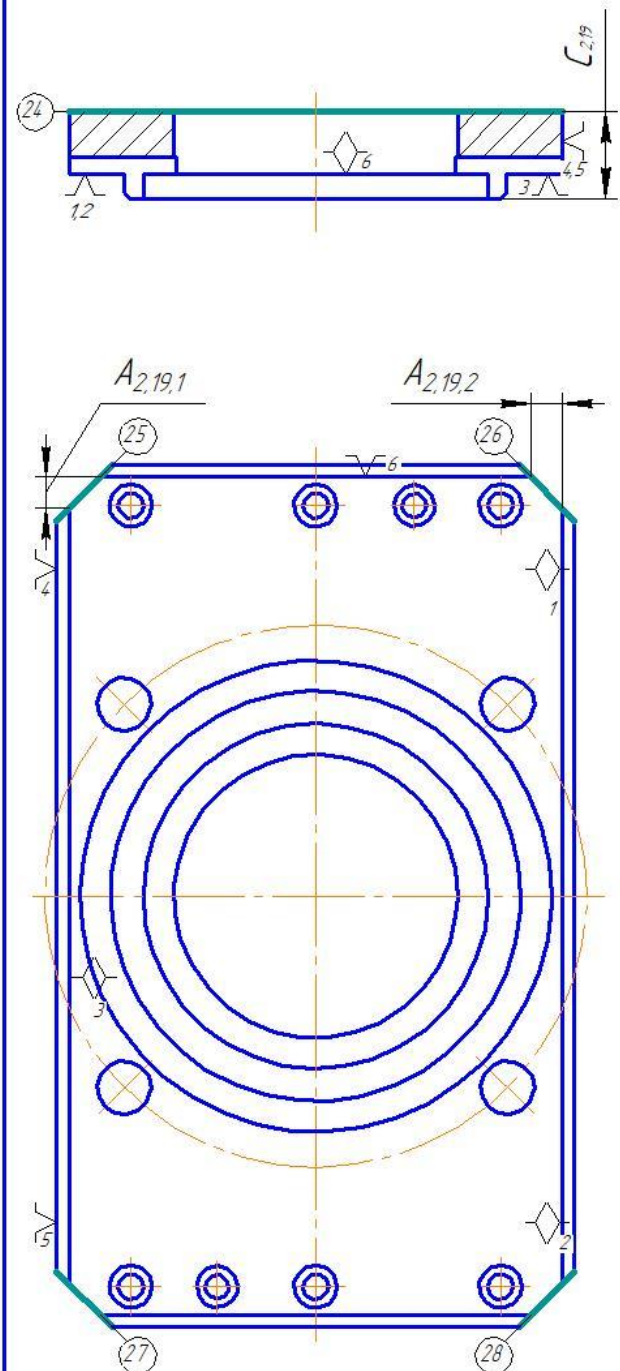
7

Копировал

Формат А4

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |

| | | | | |
|------------------------------|--|--|--|--|
| Б | | | | |
| Установить и снять заготовку | | | | |
| 18 | Фрезеровать поверхность 24, выдержав размер $C_{2,18}$ | | | |
| 19 | Фрезеровать поверхности 25,26,27,28, выдержав размеры $A_{2,19,1}, A_{2,19,2}$ | | | |



| | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Лист |
| | | | | | 8 |

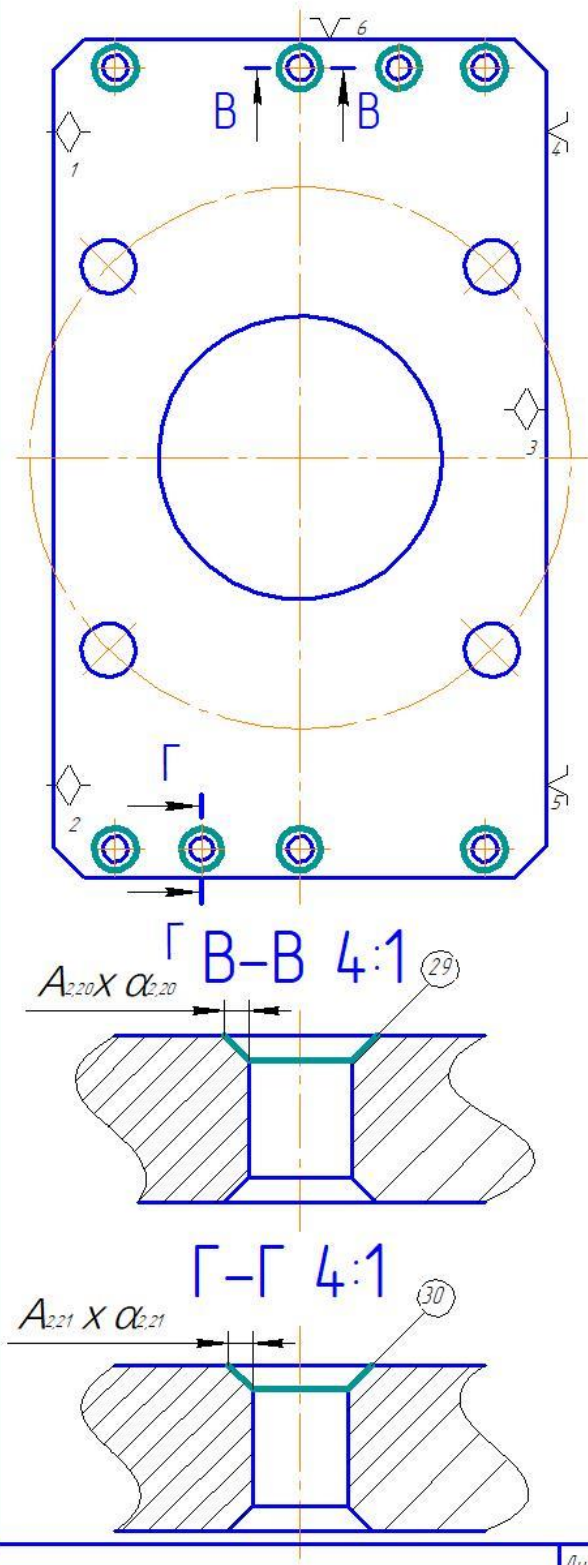
Копировал

Формат А4

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |

| | |
|----|---|
| 20 | Снять фаску 29, выдержав размер $A_{2,20} \times \alpha_{2,20}$ |
| 21 | Снять фаску 30, выдержав размер $A_{2,21} \times \alpha_{2,21}$ |

| | | | | |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | | |



| |
|------|
| Лист |
| 9 |

Копировал

Формат A4

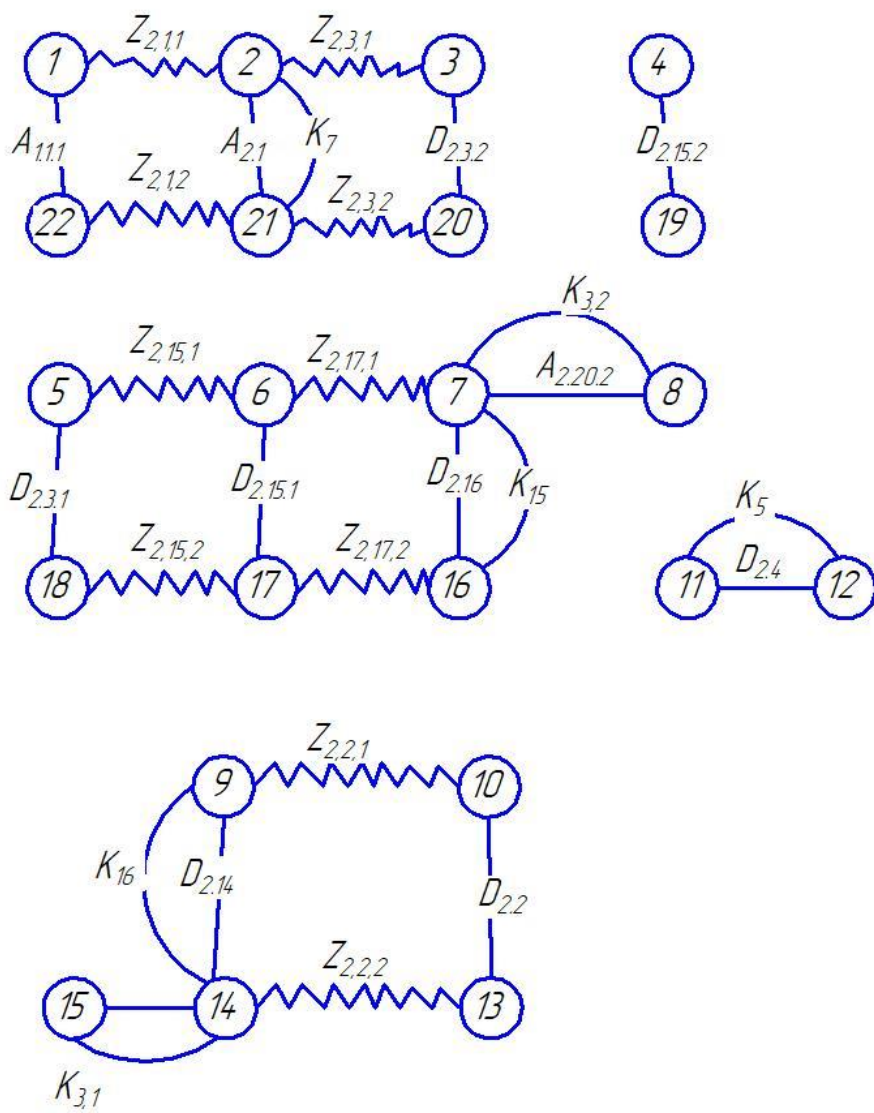
5.2 Граф-дерево

| | | | | |
|---------------|--|--|--|--|
| Перф. примен. | | | | |
| Спроб. № | | | | |
| Подп. и дата | | | | |
| Инв. № докум. | | | | |
| Взам. инв. № | | | | |
| Подп. и дата | | | | |
| Инв. № подл. | | | | |

| | | | | | | | |
|----------|------|----------|-------|------|--|--|--|
| | | | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | |
| Разраб. | | | | | | | |
| Проб. | | | | | | | |
| Г.контр. | | | | | | | |
| Н.контр. | | | | | | | |
| Утв. | | | | | | | |

| | | | | | | |
|------|-------|---------|---|--|--|--|
| | | | | | | |
| Лит. | Масса | Масштаб | | | | |
| 1 | 1 | 1:1 | | | | |
| Лист | 1 | Листов | 4 | | | |

Копировал
Формат A4

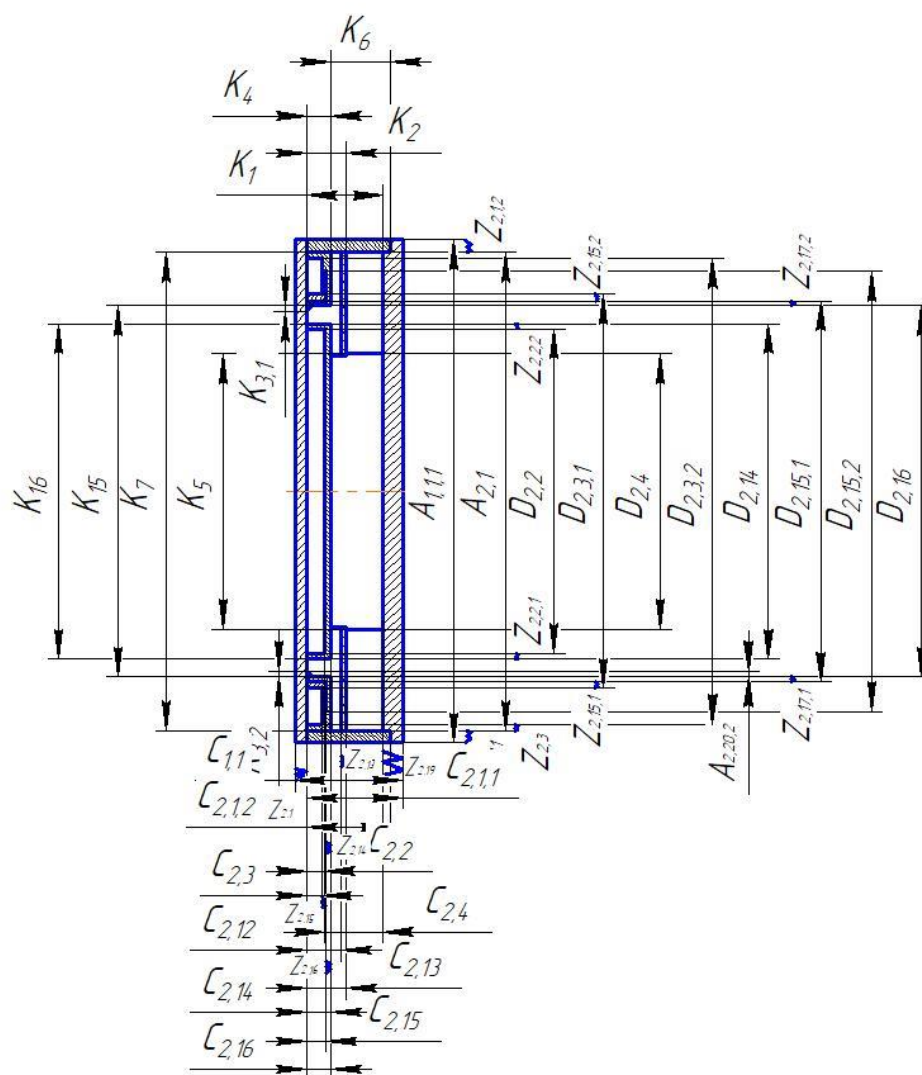


| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | | |
| | | | | Лист |
| | | | | 2 |

Копировал

Формат А4

5.3Размерная схема



| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |

| | | | | |
|------|------|----------|-------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |

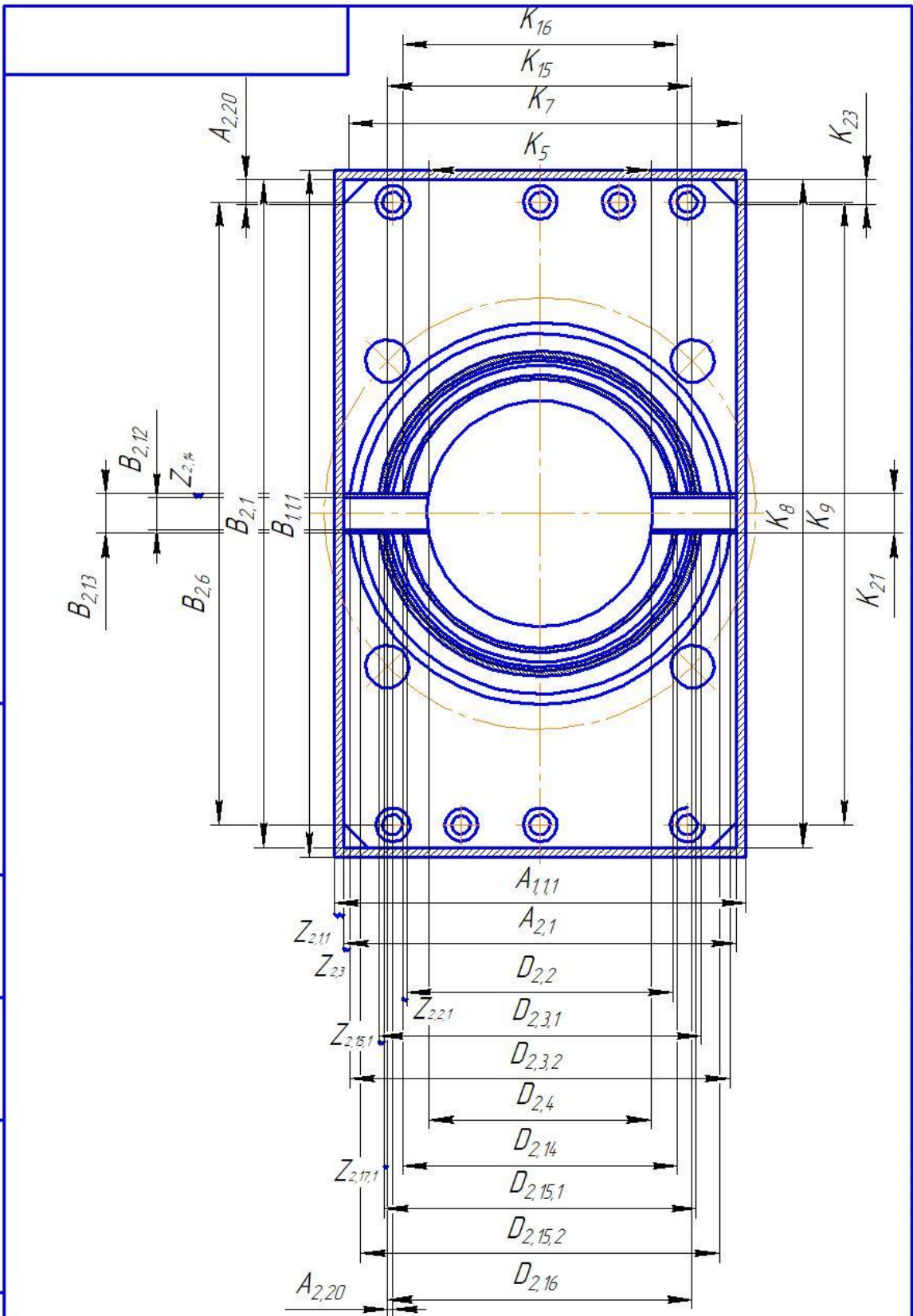
Копировал

Формат А4

| |
|------|
| Лист |
| 3 |

| | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата |
| | | | | |

| | | | | |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | | |



| |
|------|
| Лист |
| 4 |

Копировал

Формат А4

6.1 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры

$$TK_1 = (30) \pm 0.26 = 0,52\text{мм}$$

$$TK_{17} = (140) + 0,1 = 0,1\text{мм}$$

$$TK_2 = (16,5) \pm 0,215 = 0,43\text{мм}$$

$$TK_{18} = (13) \pm 0,215 = 0,43\text{мм}$$

$$TK_{3.1} = (1) \pm 0,125 = 0,25\text{мм}$$

$$TK_{19} = (12) + 0,02 = 0,02\text{мм}$$

$$TK_{3.2} = (45^\circ) \pm 30' = 1^\circ$$

$$TK_{19.1} = (1) \pm 0,125 = 0,25\text{мм}$$

$$TK_4 = (10) \pm 0.180 = 0,36\text{мм}$$

$$TK_{19.2} = (45^\circ) \pm 30' = 1^\circ$$

$$TK_5 = (115) \pm 0,435 = 0,87\text{мм}$$

$$TK_{20} = (22) + 0,26 = 0,52\text{мм}$$

$$TK_6 = (20) \pm 0.1 = 0,2\text{мм}$$

$$TK_{21} = 20^{+0,15}_{+0,05} = 0,1\text{мм}$$

$$TK_7 = (200) \pm 0,575 = 1,15\text{мм}$$

$$TK_{22} = (220) + 0 = 0\text{мм}$$

$$TK_8 = (340) \pm 0,7 = 1,4\text{мм}$$

$$TK_{23} = (10) \pm 0,18 = 0,36\text{мм}$$

$$TK_9 = (317) \pm 0,7 = 1,4\text{мм}$$

$$TK_{10} = (75) \pm 0,1 = 0,2\text{мм}$$

$$TK_{11} = (75) \pm 0,1 = 0,2\text{мм}$$

$$TK_{12} = (75) \pm 0,1 = 0,2\text{мм}$$

$$TK_{13} = (75) \pm 0,1 = 0,2\text{мм}$$

$$TK_{14} = (40) \pm 0 = 0\text{мм}$$

$$TK_{15} = (40) \pm 0 = 0\text{мм}$$

$$TK_{16} = (155) - 0,02 = 0,02\text{мм}$$

6.2 Допуски на технологические размеры

Определение допусков на технологические размеры

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_u [1, \text{с.34}]$$

Где ω_{ci} – статическая погрешность [1, с.65]

ρ_u – пространственное отклонение измерительной базы

Допуск на технологические размеры:

$$TA_{1,1,1} = \omega_C = 2$$

$$TB_{1,1,1} = \omega_C = 2$$

$$TA_{2,1} = \omega_C + \rho_u = 0,2 + 0,8 = 1$$

$$TB_{2,1} = \omega_C + \rho_u = 0,2 + 0,8 = 1$$

$$TC_{2,1,1} = \omega_C + \rho_u = 1$$

$$TC_{2,1,2} = \omega_C + \rho_u = 0,2 + 0,1 = 0,3$$

$$TC_{2,2} = \omega_C = 0,2$$

$$TD_{2,2} = \omega_C = 0,4$$

$$TD_{2,3} = \omega_C = 0,4$$

$$TC_{2,4} = \omega_C = 0,2$$

$$TD_{2,4} = \omega_C = 0,4$$

$$TD_{2,5,1} = \omega_C = 0,3$$

$$TA_{2,6,1} = \omega_C = 0,2$$

$$TA_{2,6,2} = \omega_C = 0,2$$

$$TA_{2,6,3} = \omega_C = 0,2$$

$$TA_{2,6,4} = \omega_C = 0,2$$

$$TB_{2,6} = \omega_C = 0,2$$

$$TD_{2,6} = \omega_C = 0,3$$

$$TA_{2,8,1} = \omega_C = 0,2$$

$$TA_{2,8,2} = \omega_C = 0,2$$

$$TD_{2,10} = \omega_C = 0,3$$

$$TA_{2,12,1} = \omega_C = 0,2$$

$$TA_{2,12,2} = \omega_C = 0,2$$

$$TB_{2,13} = \omega_C = 0,4$$

$$TC_{2,13} = \omega_C = 0,2$$

$$TB_{2,14} = \omega_C = 0,2$$

$$TC_{2,14} = \omega_C = 0,1$$

$$TC_{2,15} = \omega_C = 0,1$$

$$TD_{2,15} = \omega_C = 0,2$$

$$TC_{2,16} = \omega_C = 0,2$$

$$TD_{2,16} = \omega_C = 0,2$$

$$TD_{2,17} = \omega_C = 0,2$$

$$TC_{2,17} = \omega_C = 0,2$$

$$TA_{2,18} = \omega_C = 0,2$$

$$TC_{2,19} = \omega_C = 0,2$$

6.3 Расчет припусков

5.6.1 Расчет припусков на осевые размеры [1, с.42]

$$Z_{imin} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad \rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi_{i-1}}^2 + \rho_{p_{i-1}}^2}$$

Где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя

$\rho_{\phi_{i-1}}$ – погрешность формы

$\rho_{p_{i-1}}$ – погрешность расположения

$$Z_{2,1min} = 0,15 + 0,1 + \sqrt{0,08^2 + 0,36^2} = 0,62 \text{ мм}$$

$$Z_{2,2min} = 0,05 + 0,06 + \sqrt{0,08^2 + 0,36^2} = 0,48 \text{ мм}$$

$$Z_{2,14min} = 0,05 + 0,06 + \sqrt{0,02^2 + 0,12^2} = 0,232 \text{ мм}$$

$$Z_{2,16min} = 0,05 + 0,06 + \sqrt{0,02^2 + 0,12^2} = 0,23 \text{ мм}$$

$$Z_{2,17min} = 0,02 + 0,04 + \sqrt{0,01^2 + 0,04^2} = 0,1 \text{ мм}$$

5.6.2 Расчет припусков на диаметральные размеры [1, с.42]

$$Z_{imin} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2})$$

Где ε_{yi} – погрешность установки

Так, при обточке поверхности заготовки, установленной в центрах, погрешность установки может быть принята равной нулю. Припуск на диаметр в этом случае определится по формуле

$$Z_{imin} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1})$$

$$Z_{D12.1min} = 2(0,05 + 0,05 + 0,04) = 0,24 \text{ мм}$$

При развертывании отверстий плавающей разверткой последняя самоустанавливается по отверстию. Вследствие этого пространственное отклонение обрабатываемого отверстия 1 – р i и погрешность установки заготовки не следует включать в состав минимального припуска. Его значение (припуск на диаметр) составит

$$Z_{imin} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1})$$

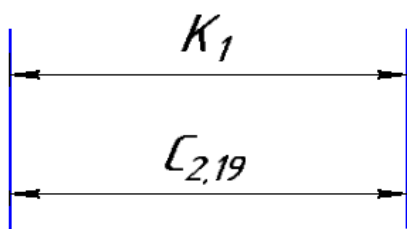
$$Z_{D12.2min} = 2(0,01 + 0,01) = 0,04 \text{ мм}$$

6.4 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров и расчёт технологических размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i$$

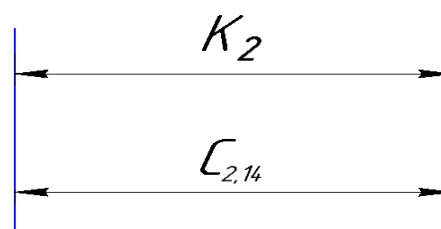
Расчёт технологических размеров определяем из размерного анализа технологического процесса обработки, для чего составляем размерные цепи.



$$TK_1 = 0,52\text{мм}$$

$$TC_{2,19} = 0,2\text{мм}$$

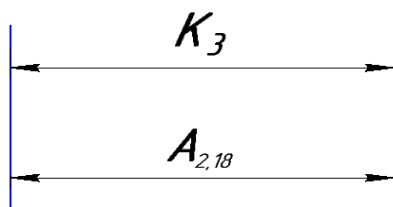
$$C_{2,19} = K_1 = 30 \pm 0,26\text{мм}$$



$$TK_1 = 0,43\text{мм}$$

$$TC_{2,14} = 0,1\text{мм}$$

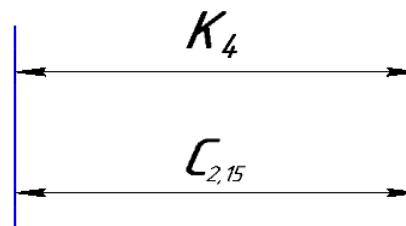
$$C_{2,14} = K_2 = 16,5 \pm 0,215\text{мм}$$



$$TK_3 = 0,25\text{мм}$$

$$TA_{2,18} = 0,2\text{мм}$$

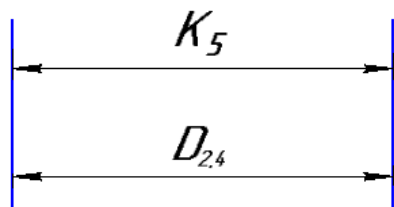
$$A_{2,18} = K_3 = 1 \pm 0,125\text{мм}$$



$$TK_4 = 0,36\text{мм}$$

$$TC_{2,15} = 0,1\text{мм}$$

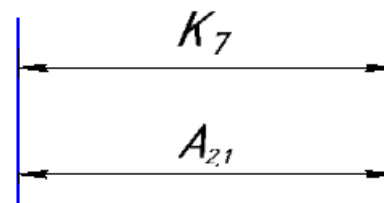
$$C_{2,15} = K_4 = 10 \pm 0,18\text{мм}$$



$$TK_5 = 0,87\text{мм}$$

$$TD_{2,4} = 0,4\text{мм}$$

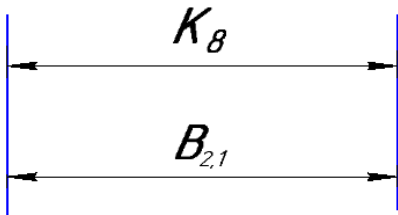
$$D_{2,4} = K_5 = 115 \pm 0,435\text{мм}$$



$$TK_7 = 1,15\text{мм}$$

$$TA_{2,1} = 1\text{мм}$$

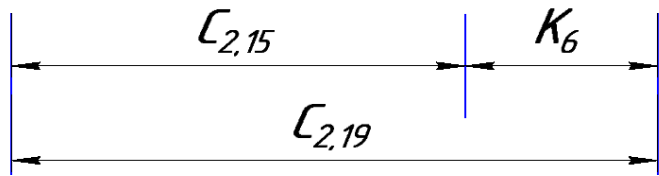
$$A_{2,1} = K_7 = 200 \pm 0,575\text{мм}$$



$$TK_8 = 1.4\text{мм}$$

$$TB_{2,1} = 1\text{мм}$$

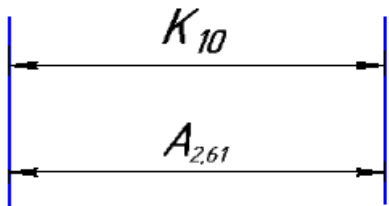
$$B_{2,1} = K_8 = 340 \pm 0.7\text{мм}$$



$$TC_{2,15} + TC_{2,19} = 0.1 + 0.2 = 0.3\text{мм}$$

$$TK_6 = 0.2\text{мм}$$

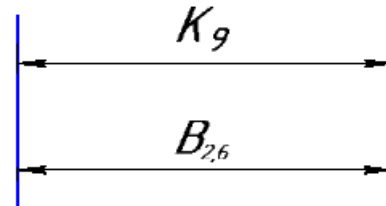
$$\text{Испровить } TC_{2,19} = 0.1\text{мм}$$



$$TK_{10} = 0.2\text{мм}$$

$$TA_{2,6,1} = 0.2\text{мм}$$

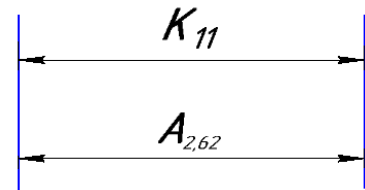
$$A_{2,6,1} = K_{10} = 75 \pm 0.1\text{мм}$$



$$TK_9 = 1.4\text{мм}$$

$$TB_{2,6} = 0.2\text{мм}$$

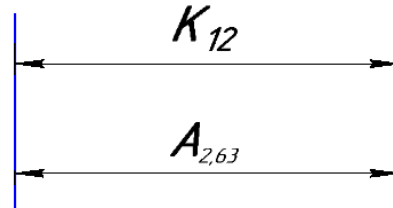
$$B_{2,6} = K_9 = 317 \pm 0.7\text{мм}$$



$$TK_{11} = 0.2\text{мм}$$

$$TA_{2,6,2} = 0.2\text{мм}$$

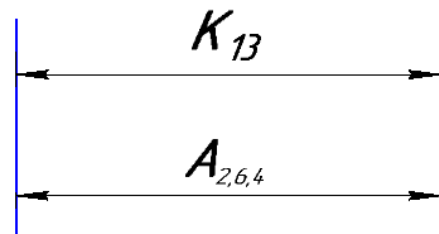
$$A_{2,6,2} = K_{11} = 75 \pm 0.1\text{мм}$$



$$TK_{12} = 0.2\text{мм}$$

$$TA_{2,6,3} = 0.2\text{мм}$$

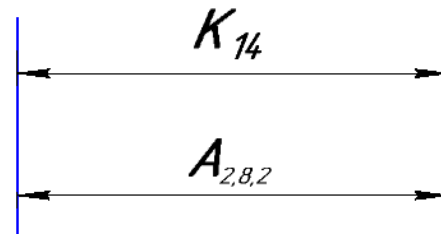
$$A_{2,6,3} = K_{12} = 75 \pm 0.1\text{мм}$$



$$TK_{13} = 0.2\text{мм}$$

$$TA_{2,6,4} = 0.2\text{мм}$$

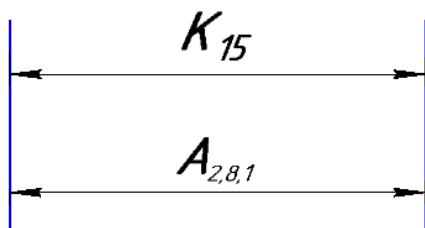
$$A_{2,6,4} = K_{13} = 75 \pm 0.1\text{мм}$$



$$TK_{14} = 0\text{мм}$$

$$TA_{2,8,2} = 0.2\text{мм}$$

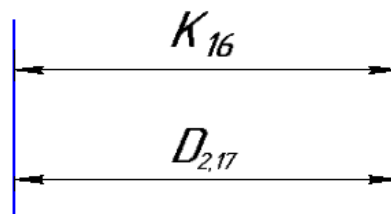
$$\text{Испровить } TA_{2,8,2} = 0\text{мм}$$



$$TK_{15} = 0\text{мм}$$

$$TA_{2,8,1} = 0,2\text{мм}$$

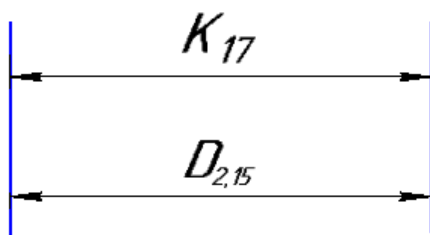
$$\text{Испровить } TA_{2,8,1} = 0\text{мм}$$



$$TK_{16} = 0,02\text{мм}$$

$$TD_{2,17} = 0,2\text{мм}$$

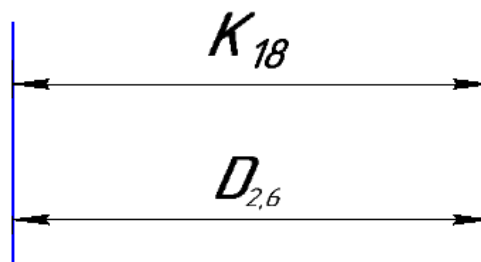
$$\text{Испровить } TD_{2,17} = 0.02\text{мм}$$



$$TK_{17} = 0,1\text{мм}$$

$$TD_{2,15} = 0,2\text{мм}$$

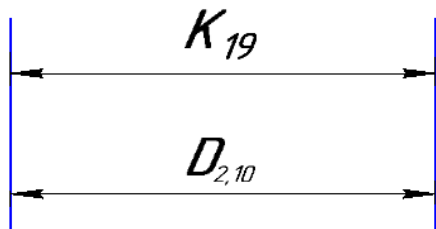
$$\text{Испровить } TD_{2,15} = 0.1\text{мм}$$



$$TK_{18} = 0.43\text{мм}$$

$$TD_{2,6} = 0,3\text{мм}$$

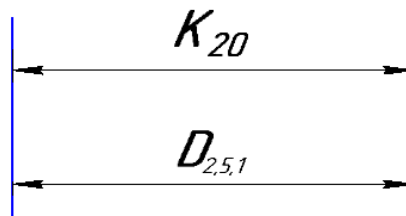
$$D_{2,6} = K_{18} = 13 \pm 0.215\text{мм}$$



$$TK_{19} = 0,02\text{мм}$$

$$TD_{2,10} = 0,3\text{мм}$$

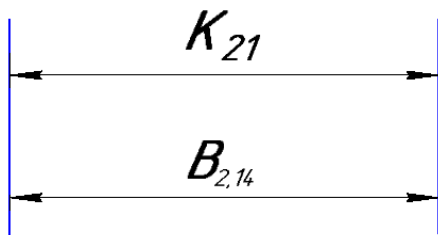
$$\text{Испровить } TD_{2,10} = 0.02\text{мм}$$



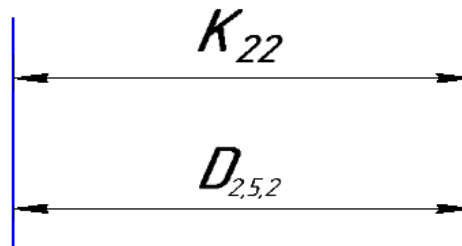
$$TK_{20} = 0.52\text{мм}$$

$$TD_{2,10} = 0,3\text{мм}$$

$$D_{2,10} = K_{20} = 22 \pm 0.26\text{мм}$$



$$TK_{21} = 0,1\text{мм}$$



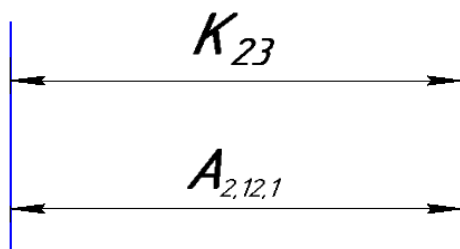
$$TK_{22} = 0\text{мм}$$

$$TB_{2,14} = 0,2\text{мм}$$

$$TD_{2,5,2} = 0,2\text{мм}$$

$$\text{Испровить } TB_{2,14} = 0.1\text{мм}$$

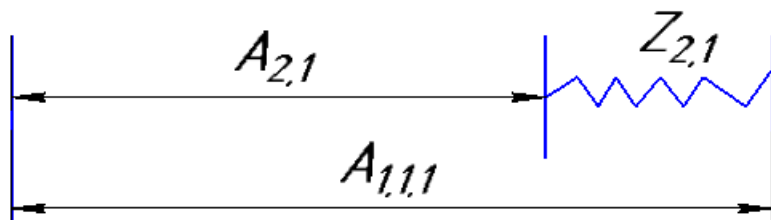
$$\text{Испровить } TD_{2,5,2} = 0\text{мм}$$



$$TK_{23} = 0,36\text{мм}$$

$$TA_{2,12,1} = 0,2\text{мм}$$

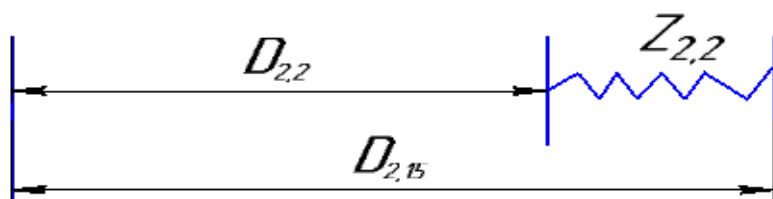
$$A_{2,12,1} = K_{23} = 10 \pm 0.18\text{мм}$$



$$Z_{2,1\max} = Z_{2,1\min} + TA_{2,1} + TA_{1,1,1} = 0,62 + 1 + 2 = 3.62\text{мм}$$

$$A_{1,1,1\max} = A_{2,1\max} + Z_{2,1\max} = 200.575 + 3.62 = 204.195$$

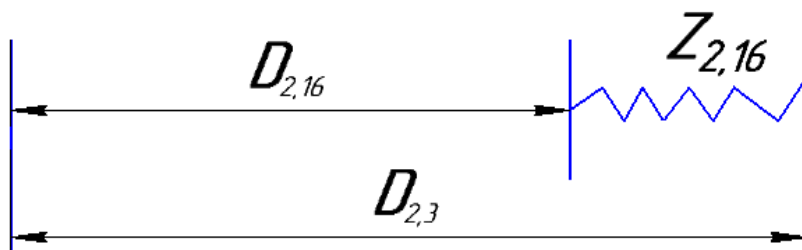
$$A_{1,1,1} = 204.195_{-2}\text{мм}$$



$$Z_{2,2\max} = Z_{2,2\min} + TD_{2,2} + TD_{2,15} = 0,48 + 0,4 + 0,1 = 0.98\text{мм}$$

$$D_{2,15\max} = D_{2,2\max} + Z_{2,2\max} = 140.1 + 0.98 = 141.08\text{мм}$$

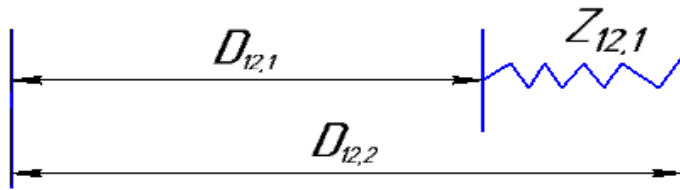
$$D_{2,15} = 141.08_{-0,1}\text{мм}$$



$$Z_{2,16\max} = Z_{2,16\min} + TD_{2,16} + TD_{2,3} = 0,23 + 0,2 + 0,4 = 0.83\text{мм}$$

$$D_{2,3max} = D_{2,16max} + Z_{2,16max} = 155 + 0.83 = 155.83\text{MM}$$

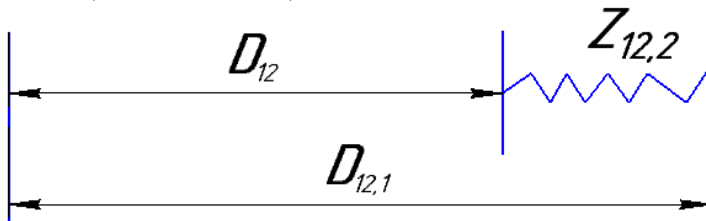
$$D_{2,3} = 155.83_{-0,4}\text{MM}$$



$$Z_{12,1max} = Z_{12,1min} + TD_{12,2} + TD_{12,1} = 0,24 + 0,4 + 0,4 = 1.04\text{MM}$$

$$D_{12,2max} = D_{12,1max} + Z_{12,1max} = 10 + 1.04 = 11.04\text{MM}$$

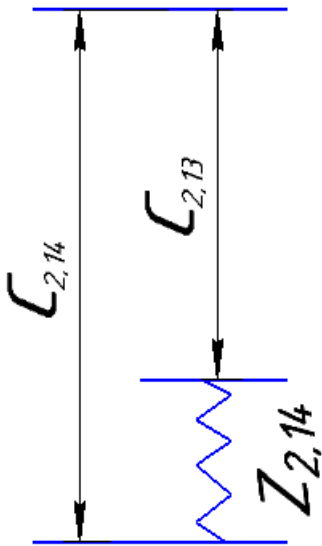
$$D_{12,2} = 11.04_{-0,4}\text{MM}$$



$$Z_{12,2max} = Z_{12,2min} + TD_{12} + TD_{12,1} = 0,04 + 0,4 + 0,4 = 0.84\text{MM}$$

$$D_{12,1max} = D_{12max} + Z_{12,2max} = 12 + 0.48 = 12.48\text{MM}$$

$$D_{12,1} = 12.48_{-0,4}\text{MM}$$



$$Z_{2,14max} = Z_{2,14min} + TC_{2,14} + TC_{2,13} = 0,232 + 0,1 + 0,2 = 0,532$$

$$C_{2,13min} = C_{2,14min} - Z_{2,14max} = 20 - 0,532 = 19.468$$

$$C_{2,13} = 19.468^{+0,2}\text{MM}$$

7. Выбор оборудования и технологического процесса

Операция 1 Заготовительная

Станок гидроабразивной резки серии IDROLINE S

Основные данные:

| | |
|----------------------------|----------------------------------|
| Ось X (мм) | 3300/3000 (одна/две головы) |
| Ось Y (мм) | 1700 |
| Ось Z (мм) | 350/250 (*с 5-осевой головой) |
| Ось В | +/- 60° |
| Ось С | 600° |
| Габариты стола (мм) | 3700x2050 |
| Габариты (мм) | 5700x2700x3700 |
| Вес (кг) | 4000 |
| Макс. Рабочее давление | 420Мра |
| Рабочее давление | 370-390Мра |
| Макс. Давление масла | 21Мра |
| Макс. Расход воды | 3.7LPM |
| Питание | 380V/3P/50Hz |
| Мощность системы | 37KW |
| Максимальный диаметр сопла | 0.35mm |

Операция 2 Фрезерования с ЧПУ

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-4

| | |
|--|------|
| Макс. перемещение по оси X, мм | 1270 |
| Макс. перемещение по оси Y, мм | 508 |
| Макс. перемещение по оси Z, мм | 635 |
| Максимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм | 737 |
| Минимальное расстояние от стола до торца шпинделя, мм | 102 |
| Длина стола, мм | 1321 |
| Ширина стола, мм | 457 |
| Макс. нагрузка на стол (равном. распределенная), кг | 1588 |
| Ширина Т-образных пазов, мм | 16 |
| Расстояние между Т-образными пазами, мм | 80 |
| Размер конуса шпинделя | 40 |
| Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин | 8100 |
| Макс. мощность шпинделя, кВт | 22.4 |
| Макс. крутящий момент, Нм | 122 |
| Макс. осевое усилие, кН | 18.7 |

| | |
|---|---------|
| Макс. скорость холостых подач, м/мин | 25.4 |
| Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента, шт | 20 |
| Макс. диаметр инструмента (при занятых соседних позициях), мм | 89 |
| Макс. рабочие подачи по осям XYZ, м/мин | 16.5 |
| Макс. масса инструмента, кг | 5.4 |
| Время смены инструмента (среднее), сек | 4.2 |
| Точность позиционирования, мм | ±0.005 |
| Повторяемость, мм | ±0.0025 |
| Объем бака СОЖ, л | 208 |
| Ориентировочная масса станка (зависит от комплектации), кг | 6125 |

8. Расчет и назначение режимов обработки на операциях

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. глубина резания;
2. подача;
3. скорость резания.

Далее рассчитываются:

1. число оборотов;
2. главная составляющая силы резания;
3. мощность резания;
4. мощность главного привода движения;

Переход 2.1:Фрезеровать поверхность 1

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями F7030.Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t=46\text{мм} \quad B=1.75$$

$$S_z=0,15\text{мм} \text{ (Подача на зуб)} \text{ с рекомендациями } z=3 \quad D=50$$

Скорость резания-окружная скорость фрезы, м/мин.

$$v=280\text{м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 280}{3,14 \cdot 50} = 1784 \text{об/мин}$$

Сила резания: Главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила. Н.

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^z z}{D^q n^w} * K_{MP}$$

$$C_p=12.5 \quad q=0,73 \quad y=0,75 \quad x=0,85 \quad n=1 \quad w=-0.13 \text{ из табл.83 [4,ст.412]}$$

$$K_{MP} = 0.38 \text{ из табл.9 [4,ст.362]}$$

где z-число зубьев фрезы

n-частота вращения фрезы,об/мин

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP} = \frac{10*12.5*46^{0,85}*0,15^{0,75}*1.75^1*3}{50^{0,73} 1784^{-0,13}} * 0.38 = 237 \text{Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{237 * 50}{2 * 100} = 59 \text{Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{237 * 280}{1020 * 60} = 1.08 \text{кВт}$$

Переход 2.2:Фрезеровать поверхности 2,3,4,5

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями F7030.Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = 202 - 200 = 2 \text{мм} \quad B = 32 \text{мм}$$

$$S_z = 0,1 \text{мм(подача на зуб)} \text{ с рекомендациями } z=3 \quad D=25$$

Скорость резания-окружная скорость фрезы,м/мин.

$$v = 140 \text{м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 280}{3,14 * 50} = 1784 \text{об/мин}$$

Сила резания:Главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила.Н.

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^z z}{D^q n^w} * K_{MP}$$

$$C_p = 12.5 \quad q = 0,73 \quad y = 0,75 \quad x = 0,85 \quad u = 1 \quad w = -0.13 \text{ из табл.83 [4,ст.412]}$$

$$K_{MP} = 0.38 \text{ из табл.9 [4,ст.362]}$$

где z-число зубьев фрезы

n-частота вращения фрезы,об/мин

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP} = \frac{10*12.5*2^{0,85}*0,15^{0,75}*32^1*3}{50^{0,73} 1784^{-0,13}} * 0.38 = 118 \text{Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{118 * 50}{2 * 100} = 29.5 \text{Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{118 * 280}{1020 * 60} = 0.54 \text{кВт}$$

Переход 2:Фрезеровать поверхности 8,9

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями[4,ст.180]-Т15К6. Марки твердых сплавов. .

Глубина резания

$$t = D = 25 \text{мм} \quad B = 10 \text{мм}$$

$$S_z = 0,1 \text{мм(подача на зуб)} \text{ из табл.77 [4,ст.404]}$$

$$z=3 \quad D=25 \text{ из табл.76[4,ст.257]-концевые фрезы}$$

Скорость резания-окружная скорость фрезы, м/мин.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^{u_z} p} K_v$$

$C_v=145$ $q=0,44$ $x=0,24$ $y=0,26$ $u=0,1$ $m=0,37$ $p=0,13$ по табл.81 [4,ст.407]

$T=90$ мин из табл.82 [4,ст.411]

Коэффициент K_v : $K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv}$ [4,ст.358]

Где K_{mv} -коэффициент,учитывающий качество обрабатываемого материала(табл.1-4);

K_{pv} -коэффициент,отражающий состояние поверхности заготовки(табл.5)

K_{iv} -коэффициент,учитывающий качество материала инструмента(табл.6)

K_{mv} -определяется по формуле: $K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$

Где σ_B -фактические параметры,характеризующие обрабатываемый материал,для которого рассчитывается скорость резания.

K_r -коэффициент,характеризующий группу стали по обрабатываемости.

Выбираем: $\sigma_B=550$ МПа $K_r=1,0$ $n=1$ $K_{pv}=0,9$ $K_{iv}=0,65$

$$K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{290} \right)^1 = 2,6$$

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} = 2,6 * 0,9 * 0,65 = 1,5$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^{u_z} p} K_v = \frac{145 * 25^{0,44}}{90^{0,37} * 25^{0,24} * 0,1^{0,26} * 3^{0,13}} * 1,5 = 123 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 123}{3,14 * 25} = 1567 \text{ об/мин}$$

Сила резания: Главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила. Н.

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^{u_z}}{D^q n^w} * K_{MP}$$

$C_p=12,5$ $q=0,73$ $y=0,75$ $x=0,85$ $u=1$ $w=-0,13$ из табл.83 [4,ст.412]

где z -число зубьев фрезы

n -частота вращения фрезы, об/мин

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^{u_z}}{D^q n^w} * K_{MP} = \frac{10 * 12,5 * 25^{0,85} * 0,1^{0,75} * 3 * 10^1}{25^{0,73} 1567^{-0,13}} * 0,38 = 970 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{970 * 25}{2 * 100} = 121,25 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{970 * 123}{1020 * 60} = 1,95 \text{ кВт}$$

Переход 3: Фрезеровать поверхности 10,11,12,13

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4,ст.180]-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = D = 25 \text{ мм} \quad B = 10 \text{ мм}$$

$$S_z = 0,1 \text{ мм (подача на зуб)} \text{ из табл.77 [4,ст.404]}$$

$z=3$ $D=25$ из табл.76[4,ст.257]-концевые фрезы

Скорость резания-окружная скорость фрезы,м/мин.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v$$

$C_v=145$ $q=0,44$ $x=0,24$ $y=0,26$ $u=0,1$ $m=0,37$ $p=0,13$ по табл.81 [4,ст.407]

$T=90$ мин из табл.82 [4,ст.411]

Коэффициент K_v : $K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv}$ [4,ст.358]

Где K_{mv} -коэффициент,учитывающий качество обрабатываемого материала(табл.1-4);

K_{pv} -коэффициент,отражающий состояние поверхности заготовки(табл.5)

K_{iv} -коэффициент,учитывающий качество материала инструмента(табл.6)

K_{mv} -определяется по формуле: $K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$

Где σ_B -фактические параметры,характеризующие обрабатываемый материал,для которого рассчитывается скорость резания.

K_r -коэффициент,характеризующий группу стали по обрабатываемости.

Выбираем: $\sigma_B=550$ Мпа $K_r=1,0$ $n=1$ $K_{pv}=0,9$ $K_{iv}=0,65$

$$K_{mv} = 1,0 \left(\frac{750}{290} \right)^1 = 2,6$$

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} = 2,6 * 0,9 * 0,65 = 1,5$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^u z^p} K_v = \frac{145 * 25^{0,44}}{90^{0,37} * 25^{0,24} * 0,1^{0,26} * 3^{0,13} * 10^{0,1}} * 1,5 = 98 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 98}{3,14 * 25} = 1248 \text{ об/мин}$$

Сила резания:Главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила.Н.

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP}$$

$C_p=12,5$ $q=0,73$ $y=0,75$ $x=0,85$ $u=1$ $w=-0,13$ из табл.83 [4,ст.412]

где z -число зубьев фрезы

n -частота вращения фрезы,об/мин

$$P_z = \frac{10 C_p t^x s_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP} = \frac{10 * 12,5 * 25^{0,85} * 0,1^{0,75} * 3 * 10^1}{25^{0,73} 1248^{-0,13}} * 0,38 = 942 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{942 * 25}{2 * 100} = 117,75 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{942 * 98}{1020 * 60} = 1,5 \text{ кВт}$$

Переход 4:Фрезеровать отверстия 14

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями[4,ст.180]-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t=D=25 \text{ мм} \quad B=22 \text{ мм}$$

$S_z=0,1$ мм(подача на зуб) из табл.77 [4,ст.404]

$z=3$ $D=25$ из табл.76[4,ст.257]-концевые фрезы

Скорость резания-окружная скорость фрезы,м/мин.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

$C_v=145$ $q=0,44$ $x=0,24$ $y=0,26$ $u=0,1$ $m=0,37$ $p=0,13$ по табл.81 [4,ст.407]

$T=90$ мин из табл.82 [4,ст.411]

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{145 * 25^{0,44}}{90^{0,37} * 25^{0,24} * 0,1^{0,26} * 22^{0,1} * 3^{0,13}} * 1,5 = 90,7 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 90,7}{3,14 * 25} = 1155 \text{ об/мин}$$

Сила резания: Главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила.Н.

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP}$$

$C_p=12,5$ $q=0,73$ $y=0,75$ $x=0,85$ $u=1$ $w=-0,13$ из табл.83 [4,ст.412]

где z -число зубьев фрезы

n -частота вращения фрезы,об/мин

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP} = \frac{10 * 12,5 * 25^{0,85} * 0,1^{0,75} * 3 * 22^1}{25^{0,73} 1155^{-0,13}} * 0,38 = 2051 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{2051 * 25}{2 * 100} = 256 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{2051 * 90,7}{1020 * 60} = 3 \text{ кВт}$$

Переход 5:Сверлить отверстия 15

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями[4,ст.178]-Р6М5.Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t=0,5D=0,5*22=11 \text{ мм}$$

Подача $S=0,30$ мм/об (подача на оборот) [4,ст.381] табл.35

Скорость резания [4,ст.382]

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v$$

$C_v=9,8$. $q=0,4$. $y=0,5$. $m=0,2$. по табл 38 [4,ст.383]

$T=50$ по табл.40 [4,ст.384]

$K_v = K_{Mv} * K_{iv} * K_{lv} = 1,5 * 1 * 1 = 1,5$ [4,ст.385]

$$v = \frac{9,8 * 22^{0,4}}{50^{0,2} * 0,3^{0,5}} * 1,5 = 42 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 42}{3,14 * 22} = 608 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = 10 C_M * D^q * S^y * K_p$$

$$C_m=0,0345 \quad q=2 \quad y=0,8 \quad K_p=1 \quad \text{из табл.42}$$

$$M_{кр} = 10C_m * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,0345 * 22^2 * 0,3^{0,8} * 1 = 63,7 \text{ Н*М} \quad \text{из табл.42}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * K_p$$

$$C_p=68 \quad q=1 \quad y=0,7 \quad K_p=1 \quad \text{из табл.42}$$

$$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 22^1 * 0,3^{0,7} * 1 = 6440 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{63,7 * 608}{9750} = 3,97 \text{ кВт}$$

Переход 6: Сверлить отверстия 16

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст.178] - Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 0,5D = 0,5 * 13 = 6,5 \text{ мм}$$

Подача $S = 0,20 \text{ мм/об}$ (подача на оборот) [4, ст.381] табл.35

Скорость резания [4, ст.382]

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v$$

$$C_v = 7, \quad q = 0,4, \quad y = 0,7, \quad m = 0,2, \quad \text{по табл 38 [4, ст.383]}$$

$$T = 45 \quad \text{по табл.40 [4, ст.384]}$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{ив} * K_{lv} = 1,5 * 1 * 1 = 1,5 \quad [4, \text{ст.385}]$$

$$v = \frac{7 * 13^{0,4}}{45^{0,2} * 0,2^{0,7}} * 1,5 = 42,2 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 42,2}{3,14 * 13} = 1034 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = 10C_m * D^q * S^y * K_p$$

$$C_m=0,0345 \quad q=2 \quad y=0,8 \quad K_p=1 \quad \text{из табл.42}$$

$$M_{кр} = 10C_m * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,0345 * 13^2 * 0,2^{0,8} * 1 = 16 \text{ Н*М} \quad \text{из табл.42}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * K_p$$

$$C_p=68 \quad q=1 \quad y=0,7 \quad K_p=1 \quad \text{из табл.42}$$

$$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 13^1 * 0,2^{0,7} * 1 = 2865 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{16 * 1034}{9750} = 1,69 \text{ кВт}$$

Переход 7: Снять фаску 17

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст.178] - Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 0,5(D - d) = 0,5(16 - 13) = 1,5 \text{ мм}$$

Подача $S = 0,65 \text{ мм/об}$ (подача на оборот) [4, ст.382] табл.36

D=16 из Гост 14953-80-Зенковка

Скорость резания [4,ст.382]

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y * t^x} * K_v$$

$$C_v = 9.8. \quad q = 0,4. \quad y = 0,5. \quad m = 0,2. \quad x = 0,2 \text{ по табл 38 [4,ст.383]}$$

$$T = 30 \text{ по табл.40 [4,ст.384]}$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{iv} * K_{lv} = 1,5 * 1 * 1 = 1,5 [4,ст.385]$$

$$v = \frac{9,8 * 16^{0,4}}{30^{0,2} * 0,65^{0,5} * 1,5^{0,2}} * 1,5 = 26 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 26}{3,14 * 16} = 516 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = 10 C_m * D^q * S^y * t^x * K_p$$

$$C_m = 0,09 \quad q = 1 \quad y = 0,8 \quad K_p = 1 \quad x = 0,9 \text{ из табл.42}$$

$$M_{кр} = 10 C_m * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,09 * 16^1 * 1,5^{0,9} * 0,65^{0,8} * 1 = 14,7 \text{ Н*М}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10 C_p * D^q * S^y * t^x * K_p$$

$$C_p = 67 \quad q = 0 \quad y = 0,65 \quad K_p = 1 \quad x = 1,2 \text{ из табл.42}$$

$$P_0 = 10 C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 67 * 16^0 * 0,65^{0,65} * 1,5^{1,2} * 1 = 824 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{14,7 * 516}{9750} = 0,78 \text{ кВт}$$

Переход 8:Сверлить отверстия 18

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4,ст.178]-Р6М5.Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 0,5 D = 0,5 * 10 = 5 \text{ мм}$$

Подача $S = 0,15 \text{ мм/об}$ (подача на оборот) [4,ст.381] табл.35

Скорость резания [4,ст.382]

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} * K_v$$

$$C_v = 7. \quad q = 0,4. \quad y = 0,7. \quad m = 0,2. \quad \text{по табл 38 [4,ст.383]}$$

$$T = 45 \text{ по табл.40 [4,ст.384]}$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{iv} * K_{lv} = 1,5 * 1 * 1 = 1,5 [4,ст.385]$$

$$v = \frac{7 * 10^{0,4}}{45^{0,2} * 0,15^{0,7}} * 1,5 = 46,4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 46,4}{3,14 * 10} = 1477 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = 10 C_m * D^q * S^y * K_p$$

$$C_m = 0,0345 \quad q = 2 \quad y = 0,8 \quad K_p = 1 \quad \text{из табл.42}$$

$$M_{кр} = 10 C_m * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,0345 * 10^2 * 0,15^{0,8} * 1 = 7,5 \text{ Н*М из табл.42}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * K_p$$

$$C_p = 68 \quad q = 1 \quad y = 0,7 \quad K_p = 1 \quad \text{из табл.42}$$

$$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 68 * 10^1 * 0,15^{0,7} * 1 = 1802 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{7,5 * 1477}{9750} = 1,1 \text{ кВт}$$

Переход 9: Зенкеровать отверстие 18

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст.178] - Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 0,5(D - d) = 0,5(11 - 10) = 0,5 \text{ мм}$$

Подача $S = 0,5 \text{ мм/об}$ (подача на оборот) [4, ст.382] табл.36

$D = 11$ из Гост 12489-71-Зенкеры

Скорость резания [4, ст.382]

$$v = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y * t^x} * K_v$$

$$C_v = 9,8 \quad q = 0,4 \quad y = 0,5 \quad m = 0,2 \quad x = 0,2 \quad \text{по табл 38 [4, ст.383]}$$

$$T = 30 \quad \text{по табл.40 [4, ст.384]}$$

$$K_v = K_{Mv} * K_{iv} * K_{lv} = 1,5 * 1 * 1 = 1,5 \quad [4, \text{ст.385}]$$

$$v = \frac{9,8 * 11^{0,4}}{30^{0,2} * 0,5^{0,5} * 0,5^{0,2}} * 1,5 = 31,6 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * D} = \frac{1000 * 31,6}{3,14 * 11} = 915 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = 10C_m * D^q * S^y * t^x * K_p$$

$$C_m = 0,09 \quad q = 1 \quad y = 0,8 \quad K_p = 1 \quad x = 0,9 \quad \text{из табл.42}$$

$$M_{кр} = 10C_m * D^q * S^y * K_p = 10 * 0,09 * 11^1 * 0,5^{0,9} * 0,5^{0,8} * 1 = 3 \text{ Н*М}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * t^x * K_p$$

$$C_p = 67 \quad q = 0 \quad y = 0,65 \quad K_p = 1 \quad x = 1,2 \quad \text{из табл.42}$$

$$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 67 * 11^0 * 0,5^{0,65} * 0,5^{1,2} * 1 = 186 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{3 * 915}{9750} = 0,28 \text{ кВт}$$

Переход 10: Развертеть отверстие 18

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст.178] - Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 0,5(D - d) = 0,5(12 - 11) = 0,5 \text{ мм}$$

Подача $S = 0,9 \text{ мм/об}$ (подача на оборот) [4, ст.382] табл.36

$D = 12$ из Гост 1672-80-Развёртка

Скорость резания [4,ст.382]

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v$$

$$C_v = 9.8. \quad q = 0.4. \quad y = 0.5. \quad m = 0.2. \quad x = 0.2 \text{ по табл 38 [4,ст.383]}$$

$$T = 40 \text{ по табл.40 [4,ст.384]}$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 1.5 \cdot 1 \cdot 1 = 1.5 [4,ст.385]$$

$$v = \frac{9.8 \cdot 12^{0.4}}{40^{0.2} \cdot 0.9^{0.5} \cdot 0.5^{0.2}} \cdot 1.5 = 23 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 23}{3.14 \cdot 12} = 610 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p$$

$$C_M = 0.09 \quad q = 1 \quad y = 0.8 \quad K_p = 1 \quad x = 0.9 \text{ из табл.42}$$

$$M_{кр} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0.09 \cdot 12^1 \cdot 0.5^{0.9} \cdot 0.9^{0.8} \cdot 1 = 5.3 \text{ Н*М}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p$$

$$C_p = 67 \quad q = 0 \quad y = 0.65 \quad K_p = 1 \quad x = 1.2 \text{ из табл.42}$$

$$P_0 = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 67 \cdot 12^0 \cdot 0.9^{0.65} \cdot 0.5^{1.2} \cdot 1 = 272 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{5.3 \cdot 610}{9750} = 0.33 \text{ кВт}$$

Переход 11: Снять фаску 19

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4,ст.178]-Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 0.5(D - d) = 0.5(16 - 12) = 2 \text{ мм}$$

Подача $S = 0.65 \text{ мм/об}$ (подача на оборот) [4,ст.382] табл.36

$D = 16$ из Гост 14953-80-Зенковка

Скорость резания [4,ст.382]

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v$$

$$C_v = 9.8. \quad q = 0.4. \quad y = 0.5. \quad m = 0.2. \quad x = 0.2 \text{ по табл 38 [4,ст.383]}$$

$$T = 30 \text{ по табл.40 [4,ст.384]}$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 1.5 \cdot 1 \cdot 1 = 1.5 [4,ст.385]$$

$$v = \frac{9.8 \cdot 16^{0.4}}{30^{0.2} \cdot 0.65^{0.5} \cdot 2^{0.2}} \cdot 1.5 = 24.4 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 24.4}{3.14 \cdot 16} = 486 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p$$

$$C_M = 0.09 \quad q = 1 \quad y = 0.8 \quad K_p = 1 \quad x = 0.9 \text{ из табл.42}$$

$$M_{кр} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0.09 \cdot 16^1 \cdot 2^{0.9} \cdot 0.65^{0.8} \cdot 1 = 19 \text{ Н*М}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * t^x * K_p$$

$$C_p = 67 \quad q = 0 \quad y = 0,65 \quad K_p = 1 \quad x = 1.2 \text{ из табл.42}$$

$$P_0 = 10C_p * D^q * S^y * K_p = 10 * 67 * 16^0 * 0,65^{0,65} * 2^{1,2} * 1 = 1164 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{кр} * n}{9750} = \frac{19 * 486}{9750} = 0,95 \text{ кВт}$$

Переход 12: Фрезеровать пазы 20

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 180] - Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = D = 16 \text{ мм} \quad B = 16,5 \text{ мм}$$

$$S_z = 0,06 \text{ мм (подача на зуб) из табл. 77 [4, ст. 404]}$$

$$z = 3 \quad D = 16 \text{ из табл. 76 [4, ст. 257] - концевые фрезы}$$

Скорость резания-окружная скорость фрезы, м/мин.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

$$C_v = 145 \quad q = 0,44 \quad x = 0,24 \quad y = 0,26 \quad u = 0,1 \quad m = 0,37 \quad p = 0,13 \text{ по табл. 81 [4, ст. 407]}$$

$$T = 90 \text{ мин из табл. 82 [4, ст. 411]}$$

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} = 2,6 * 0,9 * 0,65 = 1,5$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{145 * 16^{0,44}}{90^{0,37} * 16^{0,24} * 0,06^{0,26} * 3^{0,13} * 20^{0,1}} * 1,5 = 96 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 96}{3,14 * 16} = 1910 \text{ об/мин}$$

Сила резания: Главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила. Н.

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP}$$

$$C_p = 12,5 \quad q = 0,73 \quad y = 0,75 \quad x = 0,85 \quad u = 1 \quad w = -0,13 \text{ из табл. 83 [4, ст. 412]}$$

где z-число зубьев фрезы

n-частота вращения фрезы, об/мин

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP} = \frac{10 * 12,5 * 16^{0,85} * 0,06^{0,75} * 3 * 20^1}{16^{0,73} * 1910^{-0,13}} * 0,38 = 3386 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{3386 * 16}{2 * 100} = 270 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{3386 * 96}{1020 * 60} = 5,3 \text{ кВт}$$

Переход 13: Фрезеровать поверхности 21, 22

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 180] - Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = z = 0,5 \text{ мм} \quad B = 16,5 \text{ мм}$$

$S_z=0,06\text{мм}$ (подача на зуб)из табл.77 [4,ст.404]

$z=3$ $D=16$ из табл.76[4,ст.257]-концевые фрезы

Скорость резания-окружная скорость фрезы,м/мин.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v$$

$C_v=145$ $q=0,44$ $x=0,24$ $y=0,26$ $u=0,1$ $m=0,37$ $p=0,13$ по табл.81 [4,ст.407]

$T=90\text{мин}$ из табл.82 [4,ст.411]

$K_v=K_{mv} * K_{pv} * K_{iv}=2,6*0,9*0,65=1,5$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v = \frac{145 * 16^{0,44}}{90^{0,37} * 0,5^{0,24} * 0,06^{0,26} * 3^{0,13} * 16^{0,1}} * 1,5 = 224 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 224}{3,14 * 16} = 4456 \text{ об/мин}$$

Сила резания: Главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила.Н.

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u Z}{D^q n^w} * K_{MP}$$

$C_p=12,5$ $q=0,73$ $y=0,75$ $x=0,85$ $u=1$ $w=-0,13$ из табл.83 [4,ст.412]

где z -число зубьев фрезы

n -частота вращения фрезы,об/мин

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u Z}{D^q n^w} * K_{MP} = \frac{10 * 12,5 * 0,232^{0,85} * 0,06^{0,75} * 3 * 20^1}{16^{0,73} 5270^{-0,13}} * 0,38 = 302 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{302 * 16}{2 * 100} = 24 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{302 * 224}{1020 * 60} = 1,1 \text{ кВт}$$

Переход 14: Фрезеровать поверхности 8,9

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями[4,ст.180]-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$t=z=0,48\text{мм}$ $B=10\text{мм}$

$S_z=0,06\text{мм}$ (подача на зуб) из табл.77 [4,ст.404]

$z=3$ $D=16$ из табл.76[4,ст.257]-концевые фрезы

Скорость резания-окружная скорость фрезы,м/мин.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v$$

$C_v=145$ $q=0,44$ $x=0,24$ $y=0,26$ $u=0,1$ $m=0,37$ $p=0,13$ по табл.81 [4,ст.407]

$T=90\text{мин}$ из табл.82 [4,ст.411]

$K_v=K_{mv} * K_{pv} * K_{iv}=2,6*0,9*0,65=1,5$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v = \frac{145 * 16^{0,44}}{90^{0,37} * 0,48^{0,24} * 0,06^{0,26} * 3^{0,13} * 10^{0,1}} * 1,5 = 237 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 237}{3,14 \cdot 16} = 4717 \text{ об/мин}$$

Сила резания: Главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила. Н.

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP}$$

$$C_p = 12.5 \quad q = 0,73 \quad y = 0,75 \quad x = 0,85 \quad u = 1 \quad w = -0.13 \text{ из табл.83 [4, ст.412]}$$

где z-число зубьев фрезы

n-частота вращения фрезы, об/мин

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP} = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 0.48^{0,85} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 3 \cdot 10^1}{16^{0,73} 4717^{-0,13}} * 0.38 = 97 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{97 \cdot 16}{2 \cdot 100} = 7.73 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{97 \cdot 237}{1020 \cdot 60} = 0.37 \text{ кВт}$$

Переход 15 : Фрезеровать поверхности 10,12,13

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст.180]-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = z = 1,5 \text{ мм} \quad B = 10 \text{ мм}$$

$$S_z = 0,06 \text{ мм (подача на зуб) из табл.77 [4, ст.404]}$$

$$z = 3 \quad D = 16 \text{ из табл.76 [4, ст.257] - концевые фрезы}$$

Скорость резания-окружная скорость фрезы, м/мин.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

$$C_v = 145 \quad q = 0,44 \quad x = 0,24 \quad y = 0,26 \quad u = 0,1 \quad m = 0,37 \quad p = 0,13 \text{ по табл.81 [4, ст.407]}$$

$$T = 90 \text{ мин из табл.82 [4, ст.411]}$$

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} = 2.6 * 0,9 * 0,65 = 1.5$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{145 \cdot 16^{0,44}}{90^{0,37} \cdot 1,5^{0,24} \cdot 0,06^{0,26} \cdot 3^{0,13} \cdot 10^{0,1}} * 1,5 = 181 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 181}{3,14 \cdot 16} = 3600 \text{ об/мин}$$

Сила резания: Главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила. Н.

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP}$$

$$C_p = 12.5 \quad q = 0,73 \quad y = 0,75 \quad x = 0,85 \quad u = 1 \quad w = -0.13 \text{ из табл.83 [4, ст.412]}$$

где z-число зубьев фрезы

n-частота вращения фрезы, об/мин

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP} = \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 1,5^{0,85} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 3 \cdot 10^1}{16^{0,73} 3600^{-0,13}} * 0.38 = 101 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{101 \cdot 16}{2 \cdot 100} = 8,08 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{101 \cdot 181}{1020 \cdot 60} = 0,29 \text{ кВт}$$

Переход 16: Фрезеровать поверхности

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 180] - Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = z = 0,5 \text{ мм} \quad B = 10 \text{ мм}$$

$$S_z = 0,06 \text{ мм (подача на зуб)} \quad \text{из табл. 77 [4, ст. 404]}$$

$$z = 3 \quad D = 16 \text{ из табл. 76 [4, ст. 257] - концевые фрезы}$$

Скорость резания - окружная скорость фрезы, м/мин.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

$$C_v = 145 \quad q = 0,44 \quad x = 0,24 \quad y = 0,26 \quad u = 0,1 \quad m = 0,37 \quad p = 0,13 \quad \text{по табл. 81 [4, ст. 407]}$$

$$T = 90 \text{ мин из табл. 82 [4, ст. 411]}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 2,6 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 1,5$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{145 \cdot 16^{0,44}}{90^{0,37} \cdot 0,5^{0,24} \cdot 0,06^{0,26} \cdot 3^{0,13} \cdot 10^{0,1}} \cdot 1,5 = 235 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 235}{3,14 \cdot 16} = 4675 \text{ об/мин}$$

Сила резания: Главная составляющая силы резания при фрезеровании - окружная сила, Н.

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} \cdot K_{MP}$$

$$C_p = 12,5 \quad q = 0,73 \quad y = 0,75 \quad x = 0,85 \quad u = 1 \quad w = -0,13 \quad \text{из табл. 83 [4, ст. 412]}$$

где z - число зубьев фрезы

n - частота вращения фрезы, об/мин

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 0,5^{0,85} \cdot 0,06^{0,75} \cdot 3 \cdot 10^1}{16^{0,73} \cdot 4675^{-0,13}} \cdot 0,38 = 38 \text{ Н}$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{38 \cdot 16}{2 \cdot 100} = 3,04 \text{ Н*м}$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{38 \cdot 235}{1020 \cdot 60} = 0,14 \text{ кВт}$$

Переход 17: Снять фаску

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [4, ст. 178] - Р6М5. Марки быстрорежущей стали.

Глубина резания

$$t = 1 \text{ мм}$$

$$\text{Подача } S = 0,65 \text{ мм/об (подача на оборот)} \quad [4, \text{ст. 382}] \text{ табл. 36}$$

$$D = 16 \text{ из Гост 14953-80 - Зенковка}$$

Скорость резания [4,ст.382]

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_y} \cdot K_v$$

$$C_v = 9.8. \quad q = 0.4. \quad y = 0.5. \quad m = 0.2. \quad x = 0.2 \text{ по табл 38 [4,ст.383]}$$

$$T = 30 \text{ по табл.40 [4,ст.384]}$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 1.5 \cdot 1 \cdot 1 = 1.5 [4,ст.385]$$

$$v = \frac{9.8 \cdot 16^{0.4}}{30^{0.2} \cdot 0.65^{0.5} \cdot 1^{0.2}} \cdot 1.5 = 28 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборот шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 28}{3.14 \cdot 16} = 557 \text{ об/мин}$$

Крутящий момент

$$M_{kr} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p$$

$$C_M = 0.09 \quad q = 1 \quad y = 0.8 \quad K_p = 1 \quad x = 0.9 \text{ из табл.42}$$

$$M_{kr} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0.09 \cdot 16^1 \cdot 0.65^{0.8} \cdot 1^{0.9} \cdot 1 = 10.2 \text{ Н*М}$$

Осевая сила

$$P_0 = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p$$

$$C_p = 67 \quad q = 0 \quad y = 0.65 \quad K_p = 1 \quad x = 1.2 \text{ из табл.42}$$

$$P_0 = 10 C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 67 \cdot 16^0 \cdot 1^{1.2} \cdot 0.65^{0.65} \cdot 1 = 506 \text{ Н}$$

Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{kr} \cdot n}{9750} = \frac{10.2 \cdot 557}{9750} = 0.58 \text{ кВт}$$

Переход 18:Фрезеровать поверхность

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями[4,ст.180]-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = 23 \text{ мм} \quad B = 4 \text{ мм}$$

$$S_z = 0.1 \text{ мм из табл.77 [4,ст.404]}$$

$$z = 3 \quad D = 25 \text{ из табл.76 [4,ст.257] - концевые фрезы}$$

Скорость резания-окружная скорость фрезы,м/мин.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^{iz} p} K_v$$

$$C_v = 145 \quad q = 0.44 \quad x = 0.24 \quad y = 0.26 \quad i = 0.1 \quad m = 0.37 \quad p = 0.13 \text{ по табл.81 [4,ст.407]}$$

$$T = 90 \text{ мин из табл.82 [4,ст.411]}$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 2.6 \cdot 0.9 \cdot 0.65 = 1.5$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s_z^y B^{iz} p} K_v = \frac{145 \cdot 25^{0.44}}{90^{0.37} \cdot 23^{0.24} \cdot 0.1^{0.26} \cdot 3^{0.13} \cdot 4^{0.1}} \cdot 1.5 = 110 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 110}{3.14 \cdot 25} = 1401 \text{ об/мин}$$

Сила резания:Главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила.Н.

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP}$$

$C_p=12.5$ $q=0,73$ $y=0,75$ $x=0,85$ $и=1$ $w=-0.13$ из табл.83 [4,ст.412]

где z -число зубьев фрезы

n -частота вращения фрезы,об/мин

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP} = \frac{10*12.5*23^{0,85}*0,1^{0,75}*3*4^1}{25^{0,73} 1401^{-0,13}} * 0.38 = 356Н$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{356 * 25}{2 * 100} = 44,5Н*м$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{356 * 110}{1020 * 60} = 0,64кВт$$

Переход 19:Фрезеровать поверхности

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями[4,ст.180]-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Глубина резания

$$t = 10\sqrt{2}/2 = 7,07мм \quad B=34мм$$

$S_z=0,1мм$ (подача на зуб) из табл.77 [4,ст.404]

$z=3$ $D=25$ из табл.76[4,ст.257]-концевые фрезы

Скорость резания-окружная скорость фрезы,м/мин.

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v$$

$C_v=145$ $q=0,44$ $x=0,24$ $y=0,26$ $и=0,1$ $m=0,37$ $p=0,13$ по табл.81 [4,ст.407]

$T=90$ мин из табл.82 [4,ст.411]

$$K_v = K_{mv} * K_{pv} * K_{iv} = 2.6 * 0.9 * 0.65 = 1.5$$

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v = \frac{145 * 25^{0,44}}{90^{0,37} * 7,07^{0,24} * 0,1^{0,26} * 3^{0,13} * 34^{0,1}} * 1,5 = 117,6м/мин$$

Расчётное число оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000 * v}{\pi * d} = \frac{1000 * 117,6}{3,14 * 25} = 1498об/мин$$

Сила резания:Главная составляющая силы резания при фрезеровании-окружная сила.Н.

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP}$$

$C_p=12.5$ $q=0,73$ $y=0,75$ $x=0,85$ $и=1$ $w=-0.13$ из табл.83 [4,ст.412]

где z -число зубьев фрезы

n -частота вращения фрезы,об/мин

$$P_z = \frac{10C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} * K_{MP} = \frac{10*12.5*7,07^{0,85}*0,1^{0,75}*3*34^1}{25^{0,73} 1498^{-0,13}} * 0.38 = 1121Н$$

Крутящий момент

$$M_{кр} = \frac{P_z * D}{2 * 100} = \frac{1121 * 25}{2 * 100} = 140Н*м$$

Мощность резания

$$N = \frac{P_z * v}{1020 * 60} = \frac{1121 * 117,6}{1020 * 60} = 2,15кВт$$

9. Расчет основного времени для каждой операции и перехода

Основное время для сверлильных и расточных работ определяем по формуле [5, с. 612]:

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;
 n – частота вращения шпинделя, об/мин;
 S – подача, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 612]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;
 l_1 – величина врезания инструмента, мм – определены по таблице [5, с.621];
 l_2 – величина перебега инструмента, мм – определены по таблице [5, с.621].

Основное время для фрезерных работ определяем по формуле [5, с. 614]:

$$T_o = \frac{L}{S_m}$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;
 S – подача на зубе, мм/об или мм/мин.

Расчётная длина обработки [5, с. 613]:

$$L = l + l_1 + l_2$$

Где l – длина обрабатываемой поверхности, мм;
 l_1 – величина врезания инструмента, мм – определены по таблице [2, с.623];
 l_2 – величина перебега инструмента, мм – определены по таблице [2, с.623]

Операция 2.

переход 1,1

$$T_o = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{S_m} = \frac{11 + 201,24}{802,8} = 0,26 \text{ мин} \quad 8 \text{ проходов: } T_o = 0,26 * 8 = 2,08 \text{ мин}$$

переход 1,2

$$T_o = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{S_m} = \frac{8 + 301,24}{802,8} = 0,38 \text{ мин} \quad 7 \text{ проходов: } T_o = 0,38 * 7 = 2,66 \text{ мин}$$

переход 2

$$T_o = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n * S} = \frac{10 + 5}{1567 * 0,3} = 0,03 \text{ мин} \quad 32 \text{ прохода: } T_o = 0,03 * 32 = 0,96 \text{ мин}$$

переход 3

$$T_o = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n * S} = \frac{10 + 5}{1284 * 0,3} = 0,04 \text{ мин} \quad 100 \text{ проходов: } T_o = 0,04 * 100 = 4 \text{ мин}$$

Переход 4

$$T_o = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n * S} = \frac{8 + 22}{1155 * 0,3} = 0,08 \text{ мин} \quad 22 \text{ прохода: } T_o = 0,08 * 22 = 1,76 \text{ мин}$$

переход 5

$$T_o = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n * S} = \frac{10 + 24}{608 * 0,3} = 0,19 \text{ мин} \quad 4 \text{ прохода: } T_o = 0,19 * 4 = 0,76 \text{ мин}$$

переход 6

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S} = \frac{6 + 24}{1034 \cdot 0,2} = 0,15 \text{ мин} \quad 6 \text{ проходов: } T_0 = 0,15 \cdot 6 = 0,9 \text{ мин}$$

переход 7

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S} = \frac{5 + 47}{516 \cdot 0,65} = 0,16 \text{ мин} \quad 6 \text{ проходов: } T_0 = 0,16 \cdot 6 = 0,96 \text{ мин}$$

переход 8

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S} = \frac{4 + 24}{1477 \cdot 0,15} = 0,13 \text{ мин} \quad 2 \text{ прохода: } T_0 = 0,13 \cdot 2 = 0,26 \text{ мин}$$

переход 9

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S} = \frac{5 + 24}{915 \cdot 0,5} = 0,06 \text{ мин} \quad 2 \text{ прохода: } T_0 = 0,06 \cdot 2 = 0,12 \text{ мин}$$

переход 10

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S} = \frac{6 + 24}{610 \cdot 0,9} = 0,05 \text{ мин} \quad 2 \text{ прохода: } T_0 = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ мин}$$

переход 11

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S} = \frac{5 + 44}{486 \cdot 0,65} = 0,16 \text{ мин} \quad 2 \text{ прохода: } T_0 = 0,16 \cdot 2 = 0,32 \text{ мин}$$

переход 12

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{S_M} = \frac{5 + 24}{449,4} = 0,06 \text{ мин} \quad 4 \text{ прохода: } T_0 = 0,06 \cdot 4 = 0,24 \text{ мин}$$

переход 13

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{S_M} = \frac{4 + 20}{343,8} = 0,07 \text{ мин} \quad 4 \text{ прохода: } T_0 = 0,07 \cdot 4 = 0,28 \text{ мин}$$

переход 14

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{S_M} = \frac{4 + 20}{940} = 0,03 \text{ мин} \quad 4 \text{ прохода: } T_0 = 0,03 \cdot 4 = 0,12 \text{ мин}$$

переход 15

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{S_M} = \frac{5 + 440}{1000} = 0,445 \text{ мин}$$

переход 16

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{S_M} = \frac{4 + 487}{1164} = 0,42 \text{ мин}$$

переход 17

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{S_M} = \frac{4 + 487}{1350} = 0,36 \text{ мин} \quad 7 \text{ проходов: } T_0 = 0,38 \cdot 7 = 2,66 \text{ мин}$$

переход 18

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S} = \frac{492 + 5}{557 \cdot 0,65} = 1,37 \text{ мин}$$

переход 19

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{S_M} = \frac{5 + 200}{420,3} = 0,48 \text{ мин} \quad 13 \text{ проходов: } T_0 = 0,48 \cdot 13 = 6,24 \text{ мин}$$

переход 20

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S} = \frac{5 + 47}{516 \cdot 0,65} = 0,16 \text{ мин} \quad 6 \text{ проходов: } T_0 = 0,16 \cdot 6 = 0,96 \text{ мин}$$

переход 21

$$T_0 = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S} = \frac{5 + 44}{486 \cdot 0,65} = 0,16 \text{ мин} \quad 2 \text{ прохода: } T_0 = 0,16 \cdot 2 = 0,32 \text{ мин}$$

10. Определение штучно-калькуляционного времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{шт.к.}$ [2, с. 101]

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_{шт}$$

Штучное время определяем по формуле [2, с.101]:

$$T_{шт} = T_0 + T_B + T_{об} + T_{от}$$

где T_0 -основное время,мин

T_B -вспомогательное время,мин

$T_{об}$ -время на обслуживание рабочего места,мин

$T_{от}$ -время перерывов на отдых и личные надобности,мин

Вспомогательное время определяем по формуле [2, с.101]:

$$T_{всп.} = T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из};$$

где $T_{уст.}$ - время на установку и снятие детали по таблице 5.2. [2, с.197];

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали по таблице 5.7. [2, с.201];

$T_{уп}$ - время на управление станком по таблице 5.8. [2, с.202];

$T_{из}$ - время на измерение детали по таблице 5.12. [2, с.207];

Время на обслуживание и отдых: $T_{о.т.}=7\%*T_0$ [2, с.214] табл.6,1

Подготовительно-заключительное время $T_{п.з}$ [2, с.215] табл.6,3

n-количество деталей в настроечной партии, n=50шт.

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_0 + T_B + T_{о.т.}$$

Операция 2:

$T_0 = 2.08 + 2.66 + 0.96 + 4 + 1.76 + 1.37 + 0.76 + 0.9 + 0.96 + 0.26 + 0.12 + 0.1 + 0.32 + 0.24 + 0.28 + 0.12 + 0.45 + 0.42 + 0.36 + 6.24 + 0.96 + 0.32 = 25.64$ мин

$T_{у.с} = 0,154$ мин [2, с.200] табл.5,1

$T_{з.о.} = 0,083$ мин [2, с.202] табл.5,7

$T_{у.п.} = 0,05 + 0,09 + 0,14 = 0,28$ мин [2, с.205] табл.5,9

$T_{и.з.} = 0,06 + 0,07 = 0,13$ мин [2, с.208] табл.5,16

$T_{всп.} = T_{у.с} + T_{з.о.} + T_{уп} + T_{из} = 1,647$ мин

$T_{о.т.} = 7\%*T_0 = 7\%*25.64 = 1.8$ мин

$T_{п.з.} = 16$ мин

$T_{шт.к.} = \frac{T_{п.з}}{n} + T_0 + T_B + T_{о.т.} = \frac{16}{50} + 25.64 + 1,647 + 1.8 + 1.4 = 30.807$ мин

КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

1. Анализ данных и разработка задания на проектирование приспособления

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73.

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

| Раздел | Содержание раздела |
|-----------------------------------|--|
| Наименование и область применения | Приспособление для установки и закрепления детали «Плита Опорная» на вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-4. |
| Основание для разработки | Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Плита Опорная». |
| Цель и назначение разработки | Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Плита Опорная» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки. |

| | |
|--|---|
| Технические (тактико-технические) требования | <u>Тип производства</u> –среднесерийный <u>Программа выпуска</u> - 500 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать станку модель вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-4.. |
| Документация, подлежащая разработке | Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления. |

Имея технические решения и исходные данные, представленные в техническом задании, приступаем к проектированию приспособления. Цель данного раздела - создать работоспособную, экономичную в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 1).

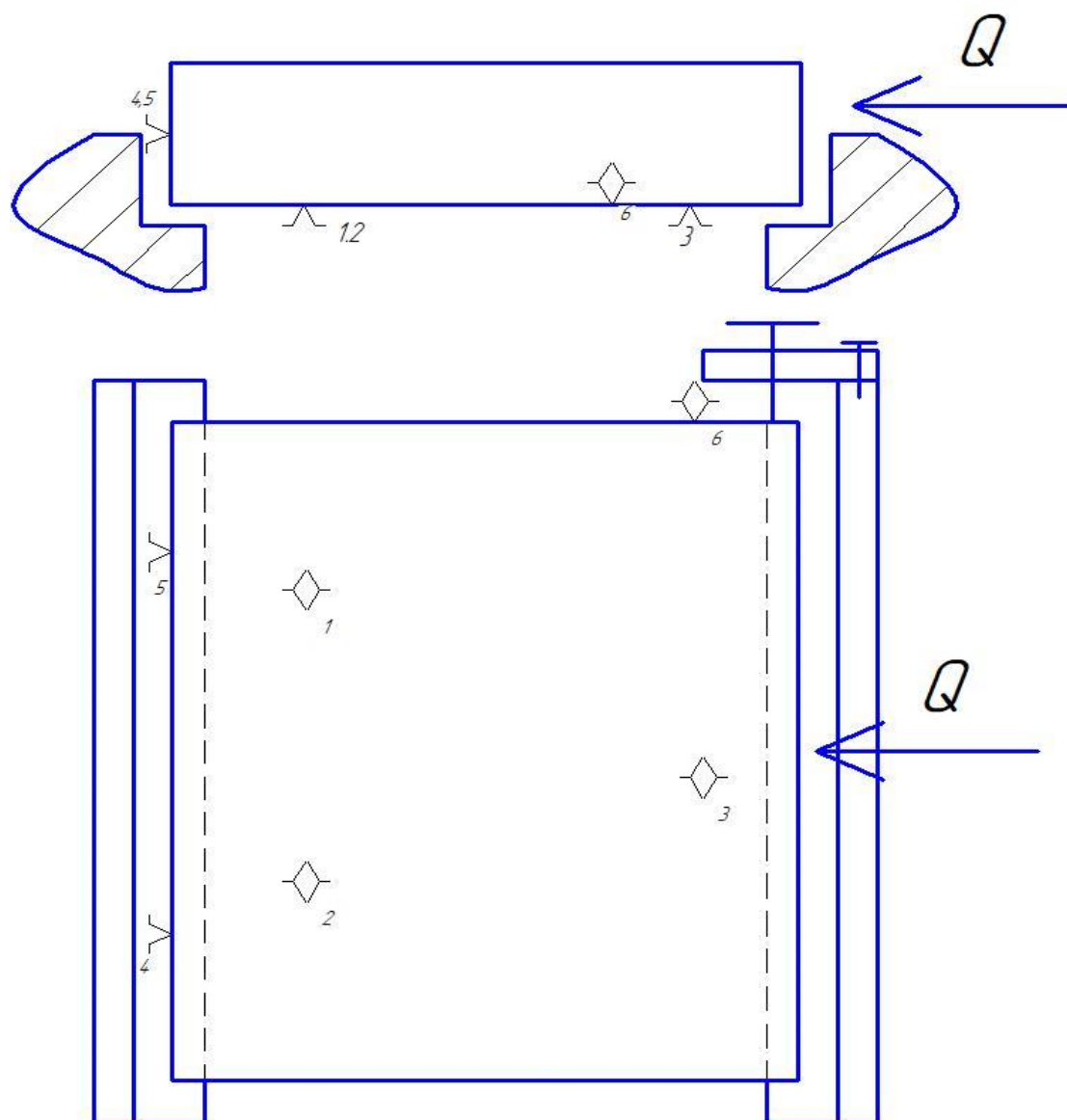


Рис. 1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

2. Выбор базовой конструкции и описание приспособления

Приспособление служит для обработки «Плита Опорная» на станке модели вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-4.

Пневматический привод включает в себя три части. Первая часть-цилиндр 16 (внутри цилиндра есть поршень 26),с помощью стопорной шайбы 21 и болта 20

1. Рабочий ход 180,, 230 мм
 2. Усилие закрепления детали Q=3.7кН
 3. Неуказанные предельные отклонения размеров отверстий Н14, валов h14, остальных размеров $\pm \frac{IT_{14}}{2}$ по ГОСТ 25347-82.

- 56 -

3.Определение необходимой силы зажима.

Пневматическим приводом называется привод приводящийся в действие сжатым воздухом от сети компрессорной станции, или индивидуального компрессора.

пневмапривод обеспечивают непрерывное действие зажимной силы, следствии чего эта сила может значительно меньше чем при ручном приводе.

Расчёт сводится к определению усилия на штоке при заданных диаметре цилиндра и давлении воздуха.

$$Q = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) P \eta$$

где D -диаметр цилиндра $D=100$ мм

где d -диаметр штока $d=30$ мм

где P -давление сжатого воздуха $P=0.6$ Мпа

где η - к.п.д. цилиндра $0,85....0,9$

$$Q = \frac{\pi}{4} (100^2 - 30^2) 0.6 * 10^6 * 0.9 = 3.7 \text{ кН}$$

Усилие закрепления детали $Q=3.7\text{кН}$

III.«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

| | |
|---------|-------------|
| Группа | ФИО |
| 158JI51 | Фэн Сюэвэнь |

| | | | |
|---------------------|----------|---------------------------|------------------|
| Школа | ИШНПТ | Отделение школы (НОЦ) | Материаловедение |
| Уровень образования | Бакалавр | Направление/специальность | Машиностроение |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|--|---|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Материально-технические ресурсы: компьютер (40000р); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,4р/КВт). |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | 30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент. |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30% |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|--|
| 1. Анализ конкурентных технических решений | Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, составление многоугольника конкурентоспособности, SWOT-анализ |
| 2. Планирование проекта | Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта |
| 3. Формирование бюджета на затраты проекта | Расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительную зарплату, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы |
| 4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования | Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Многоугольник конкурентоспособности
2. Матрица SWOT
3. Дерево целей
4. График Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|--------------|--------------------|------------------------|---------|------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент ШБИП. | Скаковская Наталия | к.ф.н | | |

| | | | | |
|--|--------------|--|--|--|
| | Вячеславовна | | | |
|--|--------------|--|--|--|

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|-------------|---------|------|
| 158Л51 | Фэн Сюэвэнь | | |

Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение

1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения

Целью главы «Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережения» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок и технологий, отвечающих современным требованиям. Для достижения цели нужно решить задачи:

1. оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
2. SWOT – анализ;
3. планирование научно – исследовательских работ;
4. определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности задач.

1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы разрабатывали ТП детали плита опорная. Плита – деталь изготовлен листовой прокат. Объем выпуска продукции 500 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут машиностроительные предприятия находящиеся любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов давлением. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ООО НПО «Сибирский машиностроитель», ЗАО НПФ «Микран».

1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 1

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | | Конкурентоспособность | | |
|---|--------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| | | Б _ф | Б _{к1} | Б _{к2} | К _ф | К _{к1} | К _{к2} |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | | | |
| 1.Повышение производительности труда пользователя | 0,01 | 3 | 1 | 1 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,1 | 4 | 2 | 3 | 1 | 0,5 | 0,7 |
| 3. Помехоустойчивость | 0,02 | 2 | 1 | 1 | 0,05 | 0,02 | 0,02 |
| 4. Энергоэкономичность | 0,01 | 4 | 3 | 2 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| 5. Надежность | 0,2 | 5 | 2 | 3 | 1 | 0,5 | 0,6 |
| 6. Уровень шума | 0,01 | 1 | 2 | 2 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 7. Безопасность | 0,2 | 4 | 2 | 4 | 0,3 | 0,2 | 0,5 |
| 8. Потребность в ресурсах памяти | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности) | 0,01 | 5 | 2 | 5 | 0,04 | 0,02 | 0,15 |
| 10. Простота эксплуатации | 0,1 | 4 | 1 | 3 | 0,5 | 0,1 | 0,2 |
| 11. Качество интеллектуального интерфейса | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 12. Возможность подключения в сеть ЭВМ | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | | | |
| 1. Конкурентоспособность продукта | 0,05 | 3 | 2 | 2 | 0,2 | 0,3 | 0,1 |
| 2. Уровень проникновения | 0,01 | 2 | 3 | 1 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |

| | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|----|----|----|------|------|------|
| на рынок | | | | | | | |
| 3. Цена | 0,01 | 2 | 1 | 2 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 4. Предполагаемый срок эксплуатации | 0,1 | 3 | 3 | 3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 |
| 5. Послепродажное обслуживание | 0,1 | 3 | 3 | 1 | 0,2 | 0,15 | 0,04 |
| 6. Финансирование научной разработки | 0,01 | 1 | 1 | 1 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 7. Срок выхода на рынок | 0,01 | 3 | 2 | 1 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| 8. Наличие сертификации разработки | 0,05 | 5 | 4 | 2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| Итого | 1 | 57 | 38 | 42 | 3,83 | 2,4 | 2,73 |

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Разработка: $K = \sum B_i \cdot B_i = 57 \cdot 3,83 = 218,31$

Конкуренты: $K1 = \sum B_i \cdot B_i = 38 \cdot 2,4 = 91,2$
 $K2 = \sum B_i \cdot B_i = 42 \cdot 2,73 = 114,66$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, так как способна выдерживать максимальные возможные нагрузки на прессах, где она будет использоваться. Также деталь является надежной, так как выполнена из конструкционной стали с последующей термической обработкой. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Цена детали в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

1.3 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 2

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение (3/4) | Средне взвешенное значение (5x2) |
|---------------------------------------|--------------|-------|-------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| Показатели оценки качества разработки | | | | | |
| 1. Энергоэффективность | 0,01 | 60 | 100 | 0,6 | 0,004 |
| 2. Помехоустойчивость | 0,02 | 20 | 100 | 0,2 | 0,005 |
| 3. Надежность | 0,1 | 90 | 100 | 0,9 | 0,16 |

| | | | | | |
|--|------|----|-----|-----|-------|
| 4. Унифицированность | 0,2 | 70 | 100 | 0,8 | 0,7 |
| 5. Уровень материалоемкости разработки | 0,1 | 90 | 100 | 0,8 | 0,1 |
| 6. Уровень шума | 0,01 | 10 | 100 | 0,2 | 0,001 |
| 7. Безопасность | 0,1 | 60 | 100 | 0,6 | 0,05 |
| 8. Потребность в ресурсах памяти | 0 | 1 | 100 | 0,1 | 0 |
| 9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности) | 0,05 | 60 | 100 | 0,5 | 0,004 |
| 10. Простота эксплуатации | 0,1 | 40 | 100 | 0,4 | 0,004 |
| 11. Качество интеллектуального интерфейса | 0 | 1 | 100 | 0,2 | 0 |
| 12. Ремонтопригодность | 0,05 | 50 | 100 | 0,5 | 0,025 |
| Показатели оценки коммерческого потенциала разработки | | | | | |
| 13. Конкурентоспособность продукта | 0,05 | 70 | 100 | 0,8 | 0,08 |
| 14. Уровень проникновения на рынок | 0,01 | 30 | 100 | 0,2 | 0,002 |
| 15. Перспективность рынка | 0,01 | 20 | 100 | 0,2 | 0,002 |
| 16. Цена | 0,2 | 30 | 100 | 0,3 | 0,025 |
| 17. Послепродажное обслуживание | 0,05 | 30 | 100 | 0,3 | 0,02 |
| 18. Финансовая эффективность научной | 0,02 | 1 | 100 | 0,1 | 0,001 |

| | | | | | |
|---|------|-----|-----|-----|-------|
| разработки | | | | | |
| 19. Срок выхода на рынок | 0,01 | 30 | 100 | 0,2 | 0,002 |
| 20. Финансовая эффективность научной разработки | 0,01 | 70 | 100 | 0,7 | 0,014 |
| Итого | 1 | 833 | | 8,7 | 0,6 |

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср} = \sum B_i \cdot Б_i = 833 \cdot 0,6 = 499,8$$

где $П_{ср}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки; B_i – вес показателя (в долях единицы); $Б_i$ – средневзвешенное значение i -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 499,8, это говорит о безоговорочной перспективности разработки.

1.4 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для того что бы найти сильные и слабые стороны, плазменного метода переработки и методов-конкурентов проведем SWOT–анализ.

Матрица SWOT

| | Сильные стороны научно-исследовательского проекта: | Слабые стороны научно-исследовательского проекта: |
|--|---|--|
| | <p>С1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя</p> <p>С3. Использование современного оборудования</p> <p>С4. Наличие современного программного продукта</p> <p>С5. Актуальность проекта</p> <p>С6. Использование УП</p> | <p>Сл1. Развитие новых технологий</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p> |
| <p>В1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области;</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p> | <p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением;</p> <p>- При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.</p> | <p>- Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p> |
| <p>У1. Появление новых технологий</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных</p> | <p>- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.</p> | <p>- Расширение области применения за счет развития новых технологий.</p> |

| | | |
|--|--|--|
| требований и сертификации программы. | | |
|--|--|--|

Таблица 4

Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

| Сильные стороны проекта | | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Возможности проекта | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| | B1 | - | + | + | + | - | + |
| | B2 | + | + | - | + | + | + |

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C2C3C4C6, B2C1C2C4C5C6.

Таблица 5

Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

| Слабые стороны проекта | | | | |
|------------------------|----|-----|-----|-----|
| Возможности проекта | | Сл1 | Сл2 | Сл3 |
| | B1 | - | - | - |
| | B2 | + | + | - |

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B2Сл1Сл2.

Таблица 6

Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

| Сильные стороны проекта | | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Угрозы проекта | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| | У1 | - | + | - | + | - | + |
| | У2 | + | - | - | - | - | + |

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У1С2С4С6, У2С1С6.

Таблица 7

Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

| Угрозы проекта | | Сл1 | Сл2 | Сл3 |
|----------------|----|-----|-----|-----|
| | У1 | + | + | + |
| | У2 | - | - | + |

2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Ранее были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. К их числу относятся технология QuaD, оценка конкурентных инженерных решений, SWOT-анализ. К ним можно добавить ФСА-анализ, метод Канон. Если разработка находится на перечисленных стадиях жизненного цикла нового продукта, можно предложить не менее трех основных вариантов совершенствования разработки или основных направлений научного

исследования.

Морфологический подход:

1. Точная формулировка проблемы исследования.
2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования.
3. Раскрытие возможных вариантов по каждой характеристике.
4. Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений.

Таблица 8

Морфологическая матрица для детали матрицедержатель

| | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|------------------------|---------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| А. Визуализация результатов | График | Формулы | Числовая информация | Текстовая информация |
| Б. Длительность расчета, мин | 20 | 30 | 40 | 70 |
| В. Обеспечение эксплуатационных свойств | Оценка технологичности | Анализ с помощью CAD-CAM систем | Размерный анализ | Выбор и расчет режимов резания |

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

A1B4B3;

Первый вариант показывает, что результаты будут представлены в виде

графиков, что позволит визуально оценить результаты. Работа с графиками трудоемкий процесс и требует временных затрат, опытным путем установлено, что требуется 70мин, на выполнение данной работы. Таким способом проверяют правильность размерного анализа, а именно строят граф-дерево.

A4B3B1;

Во втором варианте говорится о текстовой информации. Такой вид визуализации подходит для теоретической части, в которой производится качественная оценка технологичности изделия. В данном виде работы не требуются расчеты, указываются характеристики изделия в текстовом виде и дается оценка. В среднем требуется около 40 минут.

A2B3B4;

Формулы применяются при расчетах. В данном случае производится расчет режимов резания, также опытным путем установлено, что длительность расчета 40 мин.

A3B1B2.

В настоящее время большой популярностью пользуются CAD-CAM системы. Действительно прогресс не стоит на месте и с каждым годом появляется все больше новых программ позволяющих, не прилагая больших усилий, проверить 3D – модель детали на обеспечение эксплуатационных свойств. Для получения результата была построена 3D – модель и указана числовая информация, в следствии чего программа выдала результаты анализа.

3. Планирование научно-исследовательских работ

3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: - определение структуры работ в рамках научного исследования; - определение участников каждой работы; - установление продолжительности работ; - построение графика проведения научных исследований.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 9

| Основные этапы | № раб | Содержание работ | Должность исполнителя | $t_{\min i}$ | $t_{\max i}$ | $t_{ож\ i}$ | T_{pi} |
|---------------------------------|-------|---|---|--------------|--------------|-------------|----------|
| Разработка технического задания | 1 | Составление и утверждение технического задания | Руководитель темы, Студент-дипломник | 2 | 3 | 2 | 1 |
| Выбор направления исследований | 2 | Подбор и изучение материалов по теме | Руководитель темы, Студент-дипломник | 6 | 11 | 8 | 4,5 |
| | 3 | Проведение патентных исследований | Студент-дипломник | 15 | 22 | 13,5 | 13,5 |
| | 4 | Выбор направления исследований | Руководитель, Студент-дипломник | 3 | 6 | 4 | 1,8 |
| | 5 | Календарное планирование работ по теме | Студент-дипломник | 2 | 3 | 2 | 1,8 |
| Теоретические и | 6 | Проведение теоретических расчетов и обоснование | Студент-дипломник | 7 | 14 | 10 | 10 |

| | | | | | | | |
|--|----|---|---------------------------------|---|----|----|-----|
| экспериментальные исследования | | ваний | | | | | |
| | 7 | Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов | Студент-дипломник | 7 | 14 | 10 | 10 |
| | 8 | Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями | Руководитель, Студент-дипломник | 7 | 14 | 10 | 5 |
| Обобщение и оценка результатов | 9 | Оценка эффективности полученных результатов | Руководитель | 5 | 10 | 7 | 7 |
| | 10 | Определение целесообразности проведения ОКР | Руководитель | 7 | 14 | 10 | 10 |
| <i>Проведение ОКР</i> | | | | | | | |
| Разработка технической документации и проектирование | 11 | Разработка блок-схемы, принципиальной схемы | Руководитель, Студент-дипломник | 5 | 10 | 7 | 3,5 |
| | 12 | Выбор и расчет конструкции | Руководитель, Студент-дипломник | 7 | 14 | 10 | 5 |
| | 13 | Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия | Руководитель, Студент-дипломник | 3 | 6 | 4 | 2 |
| Изготовление и испытание макета | 14 | Конструирование и изготовление | Студент-дипломник | 5 | 10 | 7 | 7 |

| | | | | | | | |
|---|----|--|---------------------------------|---|----|-----|-----|
| (опытного образца) | | макета (опытного образца) | | | | | |
| | 15 | Лабораторные испытания макета | Студент-дипломник | 2 | 6 | 3,6 | 3,6 |
| Оформление отчета, но НИР (комплекта документации и по ОКР) | 16 | Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации) | Студент-дипломник | 3 | 6 | 4,2 | 4,2 |
| | 17 | Оформление патента | Руководитель, Студент-дипломник | 7 | 14 | 10 | 5 |
| | 18 | Размещение рекламы | Студент-дипломник | 5 | 7 | 6 | 6 |

3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкость выполнения каждого этапа. Теоретические материал для выполнения этого пункта представлен в лекционном разделе "Определение трудоемкости выполнения НИОКР.

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ 1оя используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \text{ чел.-дн.},$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной

i-ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i-ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ож i}}{ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. ди.;

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-ли.:

$ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты смотреть в таблице.


3.3 Разработка графика проведения научного исследования

Необходимо построить диаграмму Ганта.

Таблица 10

ца 10

Календарный план-график проведения НИОКР по теме.

| № раб | Содержание работ | Должность исполнителя | тожі | Февраль | | | | Март | | | | Апрель | | | | Май | | | | Июнь | | | |
|-------|--|--------------------------------------|------|---|---|---|---|------|---|---|---|--------|---|---|---|-----|---|---|---|------|---|---|---|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Составление и утверждение технического задания | Руководитель темы, Студент-диплом | 2 |  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

[illegible]

11

Руководитель

114

Студент-дипломник

3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

3.4.1. Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования; $N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.); C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.); k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 11.

Таблица 11

Материальные затраты

| Материалы и оборудование | Единица измерения | Количество | Цена за ед., руб. | Затраты на материалы, (Зм), руб. |
|--------------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------------------------|
| Бумага | шт | 500 | 0,5 | 250 |
| Итого | 250 | | | |

Затраты на материалы 250руб.

3.4.2. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 12

Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

| № п/п | Наименование оборудования | Кол-во единиц оборудования | Цена единицы оборудования, тыс. руб. | Общая стоимость оборудования, тыс. руб. |
|----------------------------|--|----------------------------------|--|--|
| | Исп.1 | Исп.1 | Исп.1 | Исп.1 |
| 1 | Станок гидроабразивной резки серии IDROLINE S | 1 | 380000 | 380000 |
| 2 | Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas VF-4 | 1 | 5700000 | 5700000 |
| Итого: 6080000 руб. | | | | |

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

Срок станка, год :10

Мы работаем за 3 месяца, то есть: $\frac{6080000}{10 \times 12} \times 3 = 152000$ руб.

3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата; $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{осн}$).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{зд} \cdot T_p$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 8); $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя; F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 13).

Таблица 13

Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени | Руководитель | Студент |
|-----------------------------|--------------|---------|
| Календарное число дней | 366 | 366 |
| Количество нерабочих дней | | |
| - выходные дни | 52 | 52 |
| - праздничные дни | 14 | 14 |
| Потери рабочего времени | | |
| - отпуск | 48 | 48 |
| | 0 | 0 |

| | | |
|--|-----|-----|
| - невыходы по болезни | | |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 252 | 252 |

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}}$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$); $k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от $З_{\text{тс}}$); $k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 14.

Таблица 14

Расчёт основной заработной платы

| Исполнители | $З_{\text{тс}}$, руб. | $k_{\text{пр}}$ | $k_{\text{д}}$ | $k_{\text{р}}$ | $З_{\text{м}}$, руб. | $З_{\text{дн}}$, руб. | $T_{\text{р}}$, раб.дн. | $З_{\text{осн}}$, руб. |
|------------------------|---------------------------|-----------------|----------------|----------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Руководитель | 37000 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 72150 | 3207 | 38 | 121866 |
| Студент | 48000 | 0,3 | 0,2 | 1,3 | 93600 | 4160 | 69,5 | 289120 |
| Итого $З_{\text{осн}}$ | | | | | | | | 420986 |

по рабочим дням, надо оплатить 420986руб.

3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп})$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 15).

Таблица 15

Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнители | Основная заработная плата, руб. | Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды |
|--------------|---------------------------------|--|
| Руководитель | 121866 | 37521,9 |
| Студент | 289120 | 87984 |
| Итого | | 125505,9 |

Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды всего 1125505,9 руб.

3.4.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. В нашем случае подсчитаем затраты

электроэнергии.

Одноставочный тариф на электроэнергию 3,10 руб за 1 кВт/час.

Таблица 16

Затраты на электроэнергию

| № | Наименование оборудования | Мощность, кВт/час | Время эксплуатации, час | Расход электроэнергии, руб. |
|-------|---------------------------|-------------------|-------------------------|-----------------------------|
| 1 | Компьютер | 1 | 1700 | 5270 |
| Итого | | | | 5270 |

3.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции. Определение бюджета затрат на НИР приведет в таблице 17.

Таблица 17

Расчет бюджета затрат НИР

| Наименование статьи | Сумма, руб. | Примечание |
|--|-------------|-------------|
| 1. Материальные затраты НИР | 250 | Пункт 3.4.1 |
| 2 calculation of amortization | 152000 | Пункт 3.4.2 |
| 3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта | 383587,9 | Пункт 3.4.3 |

| | | |
|-------------------------------------|----------|--------------|
| 4. Отчисления во внебюджетные фонды | 115843,5 | Пункт 3.4.4 |
| 5. Накладные расходы | 5270 | Пункт 3.4.5 |
| Бюджет затрат НИР | 606951,4 | Сумма ст.1-5 |

4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{606951,4}{640000} = 0.94$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в

разах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл. 18).

Таблица 18

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

| Объект исследования/ критерии | Весовой коэффициент параметра | Исп.1 |
|---|-------------------------------------|-------|
| 1. Способствует росту производительности труда пользователя | 0,1 | 5 |
| 2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей) | 0,1 | 4 |

| | | |
|----------------------|------|------|
| 3.Помехоустойчивость | 0,15 | 3 |
| 4. Энергосбережение | 0,20 | 5 |
| 5. Надежность | 0,25 | 5 |
| 6. Материалоемкость | 0,2 | 5 |
| Итого | 1 | 4,55 |

$$I_{p-исп1} = 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,6$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп1}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4,6}{0,94} = 4,893$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{4,893}{6,9} = 0,709$$

Таблица 19

Сравнительная эффективность разработки

| № | Показатели | Исп.1 |
|---|---|-------|
| 1 | Интегральный финансовый показатель разработки | 0,709 |
| 2 | Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки | 4,6 |

| | | |
|---|--|-------|
| 3 | Интегральный показатель эффективности | 4,893 |
| 4 | Сравнительная эффективность вариантов исполнения | 0,709 |

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

Заключение

Так как с каждым годом появляется многочисленное количество конкурентоспособных предприятий, необходимо создавать продукцию, удовлетворяющую нормам и требованиям потребителей, а также отвечающую стандартам качества. Для этого производится ряд процедур, на основе которых выявляется эффективность исследования разработки. Будет ли она востребована на рынке, проверяется целесообразность использования сырья и дорогостоящего оборудования.

В ходе работы дали оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурс эффективности и ресурсосбережения.

Произвели анализ конкурентных технических решений. Составили таблицу «Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений». Выяснили, что разработка конкурентоспособна и перспективна. В таблице «Перечень этапов, работ и распределение исполнителей» оговорили основные этапы и указали содержание работ на каждом этапе.

Определили трудоемкость выполнения работ. Разработали график проведения научного исследования, в котором показали трудоемкость работ исполнителей, на основе которой построили календарный план-график. Рассчитали материальные затраты НТИ, рассчитали затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. Далее произвели расчет основной заработной платы, составили таблицу «Баланс рабочего времени», также рассчитали сумму, которую необходимо перечислять во внебюджетные фонды. Учитывая процент выплат – 30,2%, выплата составит 125505,9 руб.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта, который составил 606951,4 руб. На основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.

IV: СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|-------------|
| 158Л51 | Фэн Сюэвэнь |

| Школа | Инженерная Школа Новых Производственных Технологий | Отделение | Материаловедения |
|------------------------|---|-------------------------------|-------------------------|
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/сп ециальность | 15.04.01 Машиностроение |

Тема работы: Разработка технологии изготовления детали "Плита опорная".

| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
|--|--|
| 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения. | Объект исследования – деталь Плита опорная . Рабочее место состоит из станков, мест для операторов, мест для комплектующего оборудования и тд. Область применения: автоматизация технологического процесса |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| 1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; | Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ФЗ – 197. |
| 2. Производственная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: 2.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: механические опасности (источники, средства защиты; термические опасности (источники, средства | Анализ выявленных вредных факторов: недостаточная освещенность рабочей зоны; отклонение параметров микроклимата в помещении; повышенный уровень шума/вибрация; вредные вещества; Анализ выявленных опасных производственных факторов рабочей среды, влияющих на организм человека |

| | |
|---|---|
| <p>защиты);</p> <p>электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</p> <p>пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p> | <p>при работе с программным обеспечением в рабочем помещении, а именно:</p> <p>опасность поражения электрическим током,</p> <p>опасность поражения статическим электричеством,</p> <p>короткое замыкание.</p> <p>Работа механизмов;</p> <p>Запыленность;</p> <p>СИЗы;</p> |
| <p>3. Экологическая безопасность:</p> <p>защита селитебной зоны</p> <p>анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</p> <p>анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</p> <p>анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</p> <p>разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p> | <p>Утилизация используемой орг.техники, макулатуры и люминесцентных ламп.</p> |
| <p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <p>перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</p> <p>выбор наиболее типичной ЧС;</p> <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p> | <p>Чрезвычайная ситуация техногенного характера для места– пожар.</p> <p>Установка общих правил поведения и рекомендаций во время пожара, план эвакуации, огнетушитель.</p> |

| | |
|--|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|--|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------------------|-------------------------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель ООД ШБИП | Скачкова Лариса Александровна | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------|-------------|---------|------|
| 158Л151 | Фэн Сюэвэнь | | |

Введение

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

В данной работе рассмотрено технологическое бюро и находящееся в оборудовании (ПК).

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимосвязанных средств производства (оборудования, оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ, электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании бюро необходимо уделить внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства.

Также необходимо учитывать возможность чрезвычайных ситуаций. Так как лаборатория находится в городе Томске, наиболее типичной ЧС является мороз. Так же, в связи с неспокойной ситуацией в мире, одной из возможных ЧС может быть диверсия.

1.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

1. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
6. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
7. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.
8. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
9. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
10. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
- ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности
11. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха
12. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.
13. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
14. ГОСТ 12.4.154. Система стандартов безопасности труда. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты. Общие технические требования, основные параметры и размеры
15. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение"

2.Производственная безопасность

В бюро, где находятся различные электроустановки, могут быть следующие вредные факторы: наличие - а) не комфортных метеоусловий; б) вредных веществ; в) производственного шума; г) недостаточной освещенности; д) электромагнитного излучения;

1.1 Анализ опасных и вредных факторов.

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием некоторых опасных и вредных факторов (ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Основные понятия. Термины и определения»), которые классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизиологические (ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация»).

На работающего за ЭВМ инженера-технолога могут негативно действовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

1. Физические: повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового и инфракрасного излучения, повышенная температура поверхностей ПК, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны, повышенная яркость света, повышенная контрастность, прямая и отраженная блескость,чрезмерная запыленность и загазованность воздуха, опасность поражения электрическим током, шум от работы оборудования.

2. Химические: повышенное содержание в воздухе рабочей зоны двуокиси углерода, озона, аммиака, фенола и формальдегида.

3. Психофизические: напряжение зрения и внимания; интеллектуальные, эмоциональные и длительные статические нагрузки; монотонность труда; большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени; нерациональная организация рабочего места.

Возможные опасные факторы:

- захват и повреждение вращающимися частями механизма, при проведении пусконаладочных работ и регламентных осмотрах;
- поражение электрическим током;
- Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования
- Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Возможные вредные факторы:

- возникновение вибрации при работе оборудования.
- механические шумы и возникновение отраженного поля, возникающие при настройке и работе оборудования

Таблица 1- Основные элементы производственного процесса,

Таблица 2

| Наименование видов работ и параметров | Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ) | | Нормативные документы |
|---|--|---------|--------------------------|
| | Вредные | Опасные | |

| | | | |
|---|-----------------------------------|---|---|
| производственного процесса | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Постоянная сидячая работа в помещении за компьютером | Состояние воздушной среды | Электрический ток | СанПиН 2.2.4.548-96 |
| | Освещенн ость | | СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278- 03 |
| | Шум и вибрация | Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования | ГОСТ 12.1.003-83 с изм. 1999 г., ГОСТ 12.1.012-90 |
| | Эргономик а | Электробезопасность | ГОСТ 12.1.019-79 |
| | Организац ия рабочего места | Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека | ГОСТ Р 50923-96 |

2.2.1 Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ

- применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

2.2.2 Освещенность

Согласно СНиП 23-05-95 в офисе должно быть не менее 300 Лк.

Правильно спроектированное и выполненное освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое действие на человека и способствует повышению производительности труда.

На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени, которые создают неравномерное распределение поверхностей с различной яркостью в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различия, в результате повышается утомляемость и снижается производительность труда.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки на должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен. Длина помещения $A = 10$ м, ширина $B = 8$ м, высота = 3.5 м. Высота рабочей

поверхности над полом $h_p = 1,0$ м. Согласно СНиП 23-05-95 необходимо создать освещенность не ниже 300 лк, в соответствии с разрядом зрительной работы.

Площадь помещения:

$$S = A \times B,$$

где A – длина, м; B – ширина, м.

$$S = 10 \times 8 = 80 \text{ м}^2$$

Коэффициент отражения покрашенных светло-зеленых стен с окнами, без штор $\rho_c = 40\%$, свежепобеленного потолка $\rho_{\Pi} = 70\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений с малым выделением пыли равен $K_z = 1,2$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Выбираем лампу дневного света ЛТБ-40, световой поток которой равен $\Phi_{\text{лд}} = 3000$ Лм.

Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР –2-40.

Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1000 мм, ширина – 250 мм.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,2$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$h = h_n - h_p$, где h_n – высота светильника над полом, высота подвеса,

h_p – высота рабочей поверхности над полом.

Наименьшая допустимая высота подвеса над полом для двухламповых светильников ОДОР: $h_n = 4$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле:

$$h = H - h_p - h_c = 3.5 - 1 - 0.5 = 2 \text{ м.}$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h = 1.2 \cdot 2 = 2.4 \text{ м}$$

Число рядов светильников в помещении:

$$Nb = \frac{B}{L} = \frac{8}{2.4} = 3.3 \approx 3$$

Число светильников в ряду:

$$Na = \frac{A}{L} = \frac{10}{2.4} = 4.16 \approx 4$$

Общее число светильников:

$$N = Na \cdot Nb = 3 \cdot 4 = 12$$

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$l = \frac{L}{3} = \frac{2.4}{3} = 0.8 \text{ м}$$

Размещаем светильники в два ряда.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{10 \cdot 8}{2,0 \cdot (9 + 7)} = 1,97$$

Коэффициент использования светового потока, показывающий какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность, для светильников типа ОД с люминесцентными лампами при $\rho_{\text{П}} = 70 \%$, $\rho_{\text{С}} = 40\%$ и индексе помещения

$$i = 1,97 \text{ равен } \eta = 0,65.$$

Потребный световой поток группы люминесцентных ламп светильника

определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{П}} = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,65} = 4061 \text{ лм}$$

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% \leq 20\%;$$

$$\frac{\Phi_{\text{ЛД}} - \Phi_{\text{П}}}{\Phi_{\text{ЛД}}} \cdot 100\% = \frac{2600 - 2457,45}{2457,45} \cdot 100\% = -6,1\%.$$

Таким образом: $-10\% \leq -6,1\% \leq 20\%$, необходимый световой поток

2.2.3 Электробезопасность

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Электроустановки классифицируют по напряжению: с номинальным напряжением до 1000 В (помещения без повышенной опасности), до 1000 В с

присутствием агрессивной среды (помещения с повышенной опасностью) и свыше 1000 В (помещения особо опасные).

В отношении опасности поражения людей электрическим током различают:

1. Помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность.
 2. Помещения с повышенной опасностью, которые характеризуются наличием в них одного из следующих условий, создающих повышенную опасность: сырость, токопроводящая пыль, токопроводящие полы (металлические, земляные, железобетонные, кирпичные и т.п.), высокая температура, возможность одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям, технологическим аппаратам, с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования - с другой.
 3. Особо опасные помещения, которые характеризуются наличием оборудования свыше 1000 В и одного из следующих условий, создающих особую опасность: особой сырости, химически активной или органической среды, одновременно двух или более условий повышенной опасности.
- Территории размещения наружных электроустановок в отношении опасности поражения людей электрическим током приравниваются к особо опасным помещениям.

Основными электрозащитными средствами в электроустановках напряжением до 1000 В являются диэлектрические перчатки, изолирующие

штанги, изолирующие и электроизмерительные клещи, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками и указатели напряжения.

К средствам защиты от статического электричества и электрических полей промышленной частоты относят комбинезоны, очки, спецобувь, заземляющие браслеты, заземляющие устройства, устройства для увлажнения воздуха, антиэлектростатические покрытия и пропитки, нейтрализаторы статического электричества.

Диэлектрические боты, галоши и сапоги применяют для изоляции человека от основания, на котором он стоит. Боты применяют в электроустановках любого напряжения, а галоши и сапоги — только при напряжении до 1000 В.

Диэлектрические коврики и дорожки — это изолирующие основания. Их применяют в закрытых электроустановках любого напряжения.

Изолирующие подставки также изолируют человека от грунта или пола. В электроустановках напряжением до 1000 В изолирующие подставки выполняют без фарфоровых изоляторов, а выше 1000 В — обязательно на фарфоровых изоляторах.

3.1 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды - это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения - это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства.

Для перехода к безотходным производствам в бюро необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров соответственно бумаги.

Так же необходимо позаботиться о отдельных контейнерах для отходов бытового характера: отдельные мусорные баки для бумаги, стекла, металлических частей, пластика.

Также необходимо утилизировать средства освещения. Все известные сегодня способы утилизации (демеркуризации) люминесцентных ламп очень трудоемки, опасны, энергозатратны и экономически нецелесообразны: стоимость подобной операции практически сравнима со стоимостью новой лампы. Технология новосибирских водников дешева и экологически безопасна. Специальный химический раствор позволяет полностью удалить все опасные компоненты люминофорного слоя со стекла, и после дальнейшей переработки, использовать их повторно, как впрочем, и само стекло, и цоколи.

3.2 Безопасность в ЧС

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1 - В4, Г и Д, а здания - на категории А, Б, В, Г и Д. По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории A_n , B_n , B_n , G_n и D_n .

Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В - Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и

материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они имеются в наличии или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85 (выполнено из кирпича, которое относится к трудно сгораемым материалам). Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

- а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);
- б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении лаборатории должны проводиться следующие мероприятия:

- а) использование только исправного оборудования;
- б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

д) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

е) курение в строго отведенном месте;

ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

Здание должно соответствовать требованиям пожарной безопасности, а именно, наличие охранно-пожарной сигнализации, плана эвакуации, порошковых или углекислотных огнетушителей с поверенным клеймом, табличек с указанием направления к запасному (эвакуационному) выходу (рисунок 2).

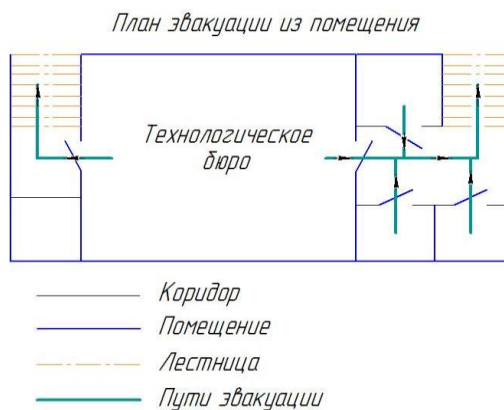


Рис 2. План эвакуации.

Вывод

В результате рассмотрение безопасности работы и гигиены труда при осуществлении вертикально-фрезерования станка с ЧПУ Модель Haff VF-4, для обработки опорной плиты, были рассмотрены важные факторы техногенной безопасности, такие как опасность поражения электрическим током, химическими веществами, опасность поражения действием высокой температуры. Также были рассмотрены различные чрезвычайные ситуации при работе, а также правила работы с установкой в целях предотвращения несчастных случаев.

Список литературы

- 1, Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие/В.Ф.Скворцов.-2-е изд.2009.-91 с.
- 2, Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. Горбацевич А.Ф., Шкрел В.А. 2015.-256 с.
- 3, Основы технологии машиностроения: учеб. пособие/В.Ф.Скворцов.-2-е изд.2016.-330 с.
- 4, Справочник технолога-машиностроителя 2. Дальский А.М., Суслов А.Г., 2003 г. 944 с.
- 5, Обработка металлов резанием: Справочник технолога. А.А.Панов, В.В.Аникин и др. 2004.-784 с.